



A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA 2

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)



A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)

Editora Chefe

Prof^a Dr^a 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 Gaio – 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 Girlene 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 Miraniide 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. Adaylson 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 Andrezza 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/UFGA
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 Fenomenología & 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 Lúvia 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

A geração de novos conhecimentos na química 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Eleonora Celli Carioca Arenare

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 A geração de novos conhecimentos na química 2 /
Organizadora Eleonora Celli Carioca Arenare. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-170-8

DOI 10.22533/at.ed.708212206

1. Química. I. Arenare, Eleonora Celli Carioca
(Organizadora). II. Título.

CDD 540

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 proposta implícita nessa coletânea fundamenta-se numa valorização eclética da pluralidade e diversidade, que reúne pesquisas que envolvem diversas linhas de abordagem, destacando-se por meio de tendências de estudos envolvendo a Ciência “Química”. Tendo como propósito principal disseminar e divulgar no meio acadêmico, envolvido com tal Ciência, informações provenientes de estudos e pesquisas desenvolvidas pela comunidade acadêmica contemporânea.

O e-book “A Geração de Novos Conhecimentos na Química”, está dividido em dois volumes, totalizando 46 artigos científicos, destacando-se temáticas pesquisadas e discutidas por estudantes, professores e pesquisadores. Os quais evidenciam, artigos teóricos e pesquisas de campo, abrangendo a linha de Ensino e diversas outras linhas de estudo, que se desenvolveram por meio de pesquisas laboratoriais.

O volume I aborda tendências, envolvidos com a área de Ensino de Química, os quais dão ênfase as seguintes abordagens: Ensino Remoto, Experimentação, Concepções Pedagógicas, Bioinformática, Contextualização, Jogos Lúdicos, Redes Sociais, Epistemologia, Formação de Professores, Habilidades e Competências e Metodologias utilizadas no processo de Ensino e Aprendizagem.

O volume II aborda temáticas de cunho experimental, desenvolvidas e comprovadas por meio das análises desenvolvidas em diferentes universidades brasileiras, dando ênfase à: Química Inorgânica, Eletroquímica, Química Orgânica, Química dos Alimentos, Quimiometria, Química Analítica, Química Biológica, Nanoquímica e Processos Corrosivos.

A coletânea é indicada para àqueles (estudantes, professores e pesquisadores) envolvidos com a Ciência “Química”, que anseiam por intermédio de informações atualizadas, apropriarem-se de novas informações, correlacionadas a pesquisas acadêmicas, tendo desta forma, novas bases de estudo e investigação para a aquisição e construção de novos conhecimentos.

Excelente leitura!

Eleonora Celli Carioca Arenare

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE BROMATOLÓGICA DO ÓLEO DE COCO (*Cocos nucifera* L.) E DO ÓLEO DE ABACATE (*Persea americana* Mill.)

Natasha Alves Rocha
Valdiléia Teixeira Uchôa
Camila Alves Rocha
Maria Karina da Silva
Maciel Lima Barbosa
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos
Luis Fernando Guimarães Noletto
Penina Sousa Mourão
Francisco Henrique Pereira Lopes
Camila da Silva Ibiapina
Aline Estefany Brandão Lima
Marta Silva de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.7082122061

CAPÍTULO 2..... 14

APLICAÇÃO DO FILME DE SILANOS VS/GPTMS MODIFICADOS COM A CASCA DO ALHO PARA A PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO DO AÇO GALVANIZADO

Iago Magella Fernandes Costa Rossi e Silva
Lhaira Souza Barreto
Mirian Sanae Tokumoto
Fernando Cotting
Franco Dani Rico Amado
Vera Rosa Capelossi

DOI 10.22533/at.ed.7082122062

CAPÍTULO 3..... 26

AVALIAÇÃO DA COMPLEXAÇÃO ENTRE SACARINA E MÔNOMERO ORGÂNICO - INORGÂNICO POR TITULAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA

Izabella Fernanda Ferreira Domingues
Camila Santos Dourado
Jez Willian Batista Braga
Ana Cristi Basile Dias

DOI 10.22533/at.ed.7082122063

CAPÍTULO 4..... 36

AVALIAÇÃO DE USO DE FIBRAS DA AMAZÔNIA PARA REFORÇO EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER

Syme Regina Souza Queiroz
José Maria Braga Pinto
Vanessa Maria Yae do Rosario Taketa
Nilton Cesar Almeida Queiroz
Emerson Rodrigues Bastos Junior
Vera Lúcia Dias da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7082122064

CAPÍTULO 5	45
AÇÃO INIBIDORA DA CAFEÍNA CONTRA A CORROSÃO DO AÇO CARBONO SAE 1020 EM MEIO DE CLORETO DE SÓDIO	
Diene de Barros Ferreira	
Felipe Staciaki da Luz	
Gideã Taques Tractz	
Guilherme Arielo Rodrigues Maia	
Letícia Fernanda Gonçalves Larsson	
Paulo Rogério Pinto Rodrigues	
Everson do Prado Banczek	
DOI 10.22533/at.ed.7082122065	
CAPÍTULO 6	55
CATÁLISE NA QUÍMICA FINA: SÍNTESE DE ÁCIDO BENZÓICO PELA OXIDAÇÃO DO ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE NANOPARTÍCULAS DE OURO SUPORTADAS EM Sr(OH)₂-SrCO₃@CoFe₂O₄	
Pelry da Silva Costa	
Jussara Moraes da Silva	
Itaciara Erliny Maria da Silva Melo	
Carla Verônica Rodarte de Moura	
Edmilson Miranda de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.7082122066	
CAPÍTULO 7	69
DETERMINATION OF LODENAFIL CARBONATE BY SQUARE-WAVE CATHODIC STRIPPING VOLTAMMETRY	
Jonatas Schadeck Carvalho	
Sueli Pércio Quináia	
DOI 10.22533/at.ed.7082122067	
CAPÍTULO 8	81
DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA LARANJA PÊRA	
Taís Port Hartz	
DOI 10.22533/at.ed.7082122068	
CAPÍTULO 9	85
DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURA DE TORRA POR ANÁLISE TÉRMICA	
Francisco Raimundo da Silva	
Weverton Campos Nozela	
Diógenes dos Santos Dias	
Clóvis Augusto Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.7082122069	
CAPÍTULO 10	96
DETERMINAÇÃO POR GC-MS DOS PRINCIPAIS COMPOSTOS VOLÁTEIS EM GALHOS E FOLHAS DE MANSOA HIRSUTA	
Nayra Micaeli dos Santos Sousa	

Patrícia e Silva Alves
Paulo Sousa Lima Junior
Joaquim Soares da Costa Junior
Christian Rilza Silva de Melo
Nerilson Marques Lima
Antônia Maria das Graças Lopes Citó
Teresinha de Jesus Aguiar dos Santos Andrade

DOI 10.22533/at.ed.70821220610

CAPÍTULO 11..... 104

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS POR CLAE-DAD E UV-Vis PARA QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES NAS FOLHAS DE TRIPLARIS GARDNERIANA WEDD. (POLYGONACEAE)

Sandra Kelle Souza Macêdo
Emanuela Chiara Valença Pereira
Isabela Araújo e Amariz
David Fernandes Lima
Jackson Roberto Guedes da Silva Almeida
Larissa Araújo Rolim
Xirley Pereira Nunes

DOI 10.22533/at.ed.70821220611

CAPÍTULO 12..... 130

ESTUDO DA ADSORÇÃO DE ÍONS A NANOPARTÍCULAS DE FERRITA DE COBALTO CoFe_2O_4

Caio Carvalho dos Santos
Wesley Renato Viali
Eloiza da Silva Nunes Viali
Miguel Jafelicci Júnior
Rodrigo Fernando Costa Marques

DOI 10.22533/at.ed.70821220612

CAPÍTULO 13..... 142

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE HIDROLISADOS DE BSG NA SUBSTITUIÇÃO DA SOJA COMO PROTEÍNA VEGETAL ADICIONADA

Suyanne Teske Pires
Rodrigo Geremias

DOI 10.22533/at.ed.70821220613

CAPÍTULO 14..... 150

FILMES DE AMIDO/QUITOSANA ADICIONADOS DE FIBRAS E CRITAIS DE NANOCELULOSE OBTIDOS DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS

Renata Paula Herrera Brandelero
Evandro Martim Brandelero
Guilherme Landim Santos

DOI 10.22533/at.ed.70821220614

CAPÍTULO 15..... 161

FOTOCATALISADORES À BASE DE d-FeOOH E NiO: ESTUDO EXPERIMENTAL E ASPECTOS TEÓRICOS

Mariana de Rezende Bonesio
Francisco Guilherme Esteves Nogueira
Daiana Teixeira Mancini
Teodorico de Castro Ramalho

DOI 10.22533/at.ed.70821220615

CAPÍTULO 16..... 163

RHODAMINE B PHOTODEGRADATION OVER Ag_3PO_4 /SBA-15 UNDER VISIBLE RADIATION BASED ON WLEDS LIGHT

Luis Fernando Guimarães Noletto
Francisco Henrique Pereira Lopes
Vitória Eduardo Mendes Vieira
Marta Silva de Oliveira
Maria Karina da Silva
Camila da Silva Ibiapina
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos
João Ferreira da Cruz Filho
Lara Kelly Ribeiro da Silva
Aline Estefany Brandão Lima
Maria Joseíta dos Santos Costa
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

DOI 10.22533/at.ed.70821220616

CAPÍTULO 17..... 183

LACTOFERRINA: PROPRIEDADES ESTRUTURAS E SUAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS

Edson Ferreira da Silva
Milena Bandeira de Melo
Marta Maria Oliveira dos Santos Gomes
Sonia Salgueiro Machado
Fabiane Caxico de Abreu Galdino

DOI 10.22533/at.ed.70821220617

CAPÍTULO 18..... 195

NANOFLUIDOS DE SULFETO DE COBRE

Caio Carvalho dos Santos
Wesley Renato Viali
Eloiza da Silva Nunes Viali
Miguel Jafelicci Júnior
Rodrigo Fernando Costa Marques

DOI 10.22533/at.ed.70821220618

CAPÍTULO 19.....207

NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO ($\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7$) OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

Isabela Marcondelli Iani
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Alexandre Zirpoli Simões
Glenda Biasotto
Maria Aparecida Zaghete
Elson Longo
Leinig Antonio Perazolli

DOI 10.22533/at.ed.70821220619

CAPÍTULO 20.....220

PRODUCTION OF ROD-LIKE MORPHOLOGY OF $\text{Cu}_3(\text{BTC})_2$ METAL-ORGANIC FRAMEWORKS USING ONE MINUTE SONICATION

Aline Geice Silva de Oliveira
Daniela Cordeiro Leite Vasconcelos
Peter George Weidler
Wander Luiz Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.70821220620

CAPÍTULO 21.....231

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CARBONO POR FIAÇÃO POR SOPRO A PARTIR DE POLIACRILONITRILA

Lais Angelice de Camargo
Monica Cristina Ferro Martins
José Manoel Marconcini
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

DOI 10.22533/at.ed.70821220621

CAPÍTULO 22.....237

PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO TERMOPLÁSTICO NA PRESENÇA DE UREIA

João Otávio Donizette Malafatti
Thamara Machado de Oliveira Ruellas
Letícia Ferreira Lacerda Schildt
Marcelo Ávila Domingues
Bruna Santostaso Marinho
Mariana Rodrigues Meirelles
Elaine Cristina Paris

DOI 10.22533/at.ed.70821220622

CAPÍTULO 23.....250

QUÍMICA FORENSE: DESMISTIFICANDO AS ANÁLISES CRIMINALÍSTICAS CINEMATOGRAFICAS

Anna Maria Deobald
Maísa Silveira
Aline Machado Zancanaro

DOI 10.22533/at.ed.70821220623

CAPÍTULO 24.....263

REAÇÕES DE DESSULFURIZAÇÃO OXIDATIVA DO DIBENZOTIOFENO CATALISADA POR COMPLEXOS DE VANÁDIO, NIÓBIO E MOLIBDÊNIO

Carlos Taryk Bessa da Silva
Juliana Moreira Barreto
Paula Marcelly Alves Machado
Elizabeth Roditi Lachter

DOI 10.22533/at.ed.70821220624

CAPÍTULO 25.....274

SIMULAÇÕES DE DOCKING E DINÂMICA MOLECULAR NA BUSCA DE FÁRMACOS MODULADORES DO SISTEMA NEUROINFLAMATÓRIO EM INFECÇÕES PELO SARS-COV-2

Micael Davi Lima de Oliveira
Kelson Mota Teixeira de Oliveira
Jonathas Nunes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.70821220625

CAPÍTULO 26.....296

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE COMPLEXOS DE PALÁDIO(II) COM LIGANTE FOSFÍNICO

Thais Castro Silva
Alessandra Stevanato
Adriana Pereira Duarte
Cláudio Rodrigo Nogueira
Janksyn Bertozzi
Valéria da Silva Cavania
Cristiana da Silva

DOI 10.22533/at.ed.70821220626

CAPÍTULO 27.....309

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO de Fe_3O_4/SiO_2 E SUA APLICAÇÃO NA MODIFICAÇÃO DE ELETRODO IMPRESSO DE CARBONO

Vanessa Cezar Ribas
Jacqueline Arguello da Silva
Thágor Moreira Klein
Larissa Leffa Fernandes
Vladimir Lavayen

DOI 10.22533/at.ed.70821220627

CAPÍTULO 28.....320

TUNGSTATO DE MAGNÉSIO ($MgWO_4$): UMA REVISÃO SOBRE OS MÉTODOS DE SÍNTESE

Vitória Eduardo Mendes Vieira
Luis Fernando Guimarães Noletto
Francisco Henrique Pereira Lopes
Marta Silva de Oliveira
Ester Pamponet Ribeiro

Keyla Raquel Batista da Silva Costa
Maria Karina da Silva
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos
Maria Joséfa dos Santos Costa
Amanda Carolina Soares Jucá
Yáscara Lopes de Oliveira
Laécio Santos Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.70821220628

SOBRE A ORGANIZADORA.....	334
ÍNDICE REMISSIVO.....	335

LACTOFERRINA: PROPRIEDADES ESTRUTURAS E SUAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS

Data de aceite: 01/06/2021

Data da submissão: 06/05/2021

Edson Ferreira da Silva

Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia, Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/3090812232850018>

Milena Bandeira de Melo

Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia, Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/1867620332417143>

Marta Maria Oliveira dos Santos Gomes

Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia, Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/5925280745485828>

Sonia Salgueiro Machado

Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia, Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/7060944037740281>

Fabiane Caxico de Abreu Galdino

Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia, Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/4203326795155880>

Resumo: A lactoferrina (Lf) é uma glicoproteína multifuncional de ligação ao íon ferro de 80 KDa das famílias das transferrinas. É abundante no leite e na maioria dos fluidos biológicos e é uma molécula secretada por células que conecta a função imune inata e adaptativa em mamíferos. Seus efeitos protetores vão desde atividades anticâncer, antiinflamatórias e moduladoras da

imunidade até atividades antimicrobianas contra um grande número de microrganismos. Essa ampla gama de atividades é possibilitada por mecanismos de ação que envolvem não apenas a capacidade do Lf de se ligar ao ferro, mas também as interações do Lf com componentes moleculares e celulares de hospedeiros e patógenos. Esta revisão resume as atividades da Lf, seus mecanismos de regulação e suas aplicações potenciais.

Palavras - chave: Lactoferrina, Proteína ferro Ligante, proteína funcional, agente antimicrobiano.

LACTOFERRIN: STRUCTURAL PROPERTIES AND BIOLOGICAL FUNCTIONS.

ABSTRACT: Lactoferrin (Lf) is a multifunctional 80 KDa iron-binding glycoprotein from the transferrin families. It is abundant in milk and most biological fluids and is a molecule secreted by cells that connects the innate and adaptive immune function in mammals. Its protective effects range from anti-cancer, anti-inflammatory and immunomodulating activities to antimicrobial activities against a large number of microorganisms. This wide range of activities is made possible by mechanisms of action that involve not only the ability of Lf to bind to iron, but also the interactions of Lf with molecular and cellular components of hosts and pathogens. This review summarizes Lf activities, its regulatory mechanisms and its potential applications.

KEYWORD: Lactoferrin, Iron-binding protein, Protein functional, Antimicrobial agent.

1 | INTRODUÇÃO

As proteínas do leite consistem em dois grupos principais de proteínas chamadas caseínas e proteínas do soro de leite. Dos cerca de 3,6% de proteína do leite, cerca de 80% é caseína e 20% é proteína do soro de leite (REBOUILLAT; ORTEGA-REQUENA, 2015).

O soro do leite contém quase a metade dos nutrientes originais do leite sendo rico em componentes tais como: proteínas do soro, vitaminas hidrossolúveis, sais minerais e lactose. As proteínas do soro são complexas misturas de numerosas moléculas, cujas principais são: β -lactoglobulina, α -lactalbumina, imunoglobulinas e albumina de soro (POPPI et al., 2010).

Dentre das inúmeras proteínas do leite tem se destacado a lactoferrina (Lf) por ser uma proteína multifuncional, desempenhando vários papéis biológicos, tais como atividades antibacterianas, antivirais, antifúngicas, anti-inflamatórias, antitumorais, antioxidantes e imunomoduladoras (GONZÁLEZ-CHÁVEZ; ARÉVALO-GALLEGOS; RASCÓN-CRUZ, 2009).

Tendo em vista a ampla capacidade funcional atribuída a LF sugere-se que ela tem grande potencial terapêutico, e esta revisão de literatura foi projetada para fornecer uma atualização do conhecimento científico sobre esta biomolécula e suas propriedades.

2 | ESTRUTURA E PROPRIEDADES DA LACTOFERRINA

A lactoferrina (Lf) é uma glicoproteína multifuncional com massa molecular de cerca de 80 KDa pertencente à família das transferrinas (Tfs), que tem uma habilidade específica de realizar ligação com o íon ferro (LEGRAND et al., 2008). É excretada pelas células epiteliais da mucosa e neutrófilos em várias espécies de mamíferos, incluindo seres humanos, bovinos, vacas, cabras, equinos, cães e vários roedores (GIANSANTI et al., 2016). Essa enzima também é encontrada em secreções de mamíferos como leite, colostro, lágrimas, saliva, líquido nasal e brônquico, bile hepática, estômago, intestinos e urina (ELNAZ et al., 2016).

A determinação da sequência de aminoácidos para as Lfs de nove espécies: humano (*Homo sapiens*), suína (*Sus scrofa domesticus*), equina (*Equidae*), bovina (*Bovinae*), búfalo (*Bubalus*), ovelha, cabra (*capra aegagrus hircus*), camelo (*Camelus*) e camundongo (*Mus musculus*); verificou-se que as identidades de sequência em pares variam de um mínimo de ~ 65% a quase 100%, de modo que, a Lfs de vaca, búfalo, cabra e ovelha compartilham mais de 90% de identidade de sequência entre si e formam um grupo extremamente estreitamente relacionado (BAKER; BAKER, 2005).

A Lfs tem a característica de uma proteína básica carregada positivamente com um ponto isoelétrico (pI) de 8,0 a 8,5 (GARCÍA-MONTOYA et al., 2012). Composta de estruturas de folhas com hélice e com pregas que criam dois domínios para cada lobo (domínios I e II). Em cada lobo consiste ainda em dois sub-lobos ou domínios, que formam uma fenda

na qual o íon férrico (Fe^{3+}) está fortemente ligado em cooperação sinérgica com um ânion carbonato (CO_3^{2-}) (GONZÁLEZ-CHÁVEZ; ARÉVALO-GALLEGOS; RASCÓN-CRUZ, 2009). No sítio de ligação ao íon Fe^{3+} da lactoferrina os quatro ligantes de proteínas, mais o ânion CO_3^{2-} ligado de forma sinérgica, são ligados covalentemente ao íon metálico, que reticula os dois domínios que o envolvem. Os aminoácidos que contribuem para a ligação dos íons férricos na fenda são Asp-60, Tyr-92, Tyr-192 e His-253 no lobo N (Figura 1).

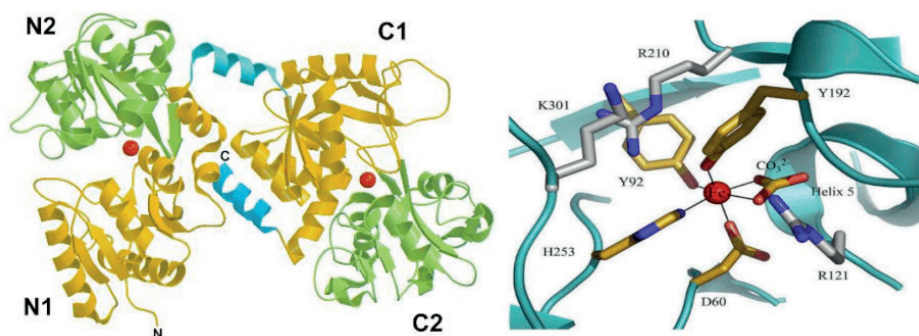


Figura 1. Modelo de predição da estrutura molecular de uma lactoferrina do leite humano com ligação ao ferro e com o lobo N e o lobo C. A α -hélice que une os dois lobos está em ciano. Os dois íons Fe^{3+} , ligados na fenda interdomínio de cada lobo, são mostrados como esferas vermelhas. **(B)** Sítio de ligação ao ferro da lactoferrina. Sítio de ligação do ferro no lobo N: duas tirosinas (Y92 e Y192), um ácido aspártico (D60), uma histidina (H253) e um ânion carbonato (CO_3^{2-}) juntamente com o resíduo de arginina (R121).

3 I FUNÇÕES BIOLÓGICAS DA LACTOFERRINA

A lactoferrina (Lf) atraiu muito interesse científico e industrial nos últimos anos devido as suas várias funções biológicas, incluindo atividades bifidogênica, antimicrobiana (KARAV et al., 2017), imunomodulatória (LEGRAND et al., 2006), anti-inflamatória, anti-carcinogênica (KARAV et al., 2017), virais e fúngicos *in vitro* (SINHA et al., 2013). A Lf exibe forte atividade antimicrobiana contra um amplo espectro de bactérias (Gram-positivas e Gram-negativas), fungos, leveduras, vírus (DRAGO SERRANO, 2006) e parasitas (YAMAUCHI et al., 2006), embora pareça promover o crescimento de bactérias benéficas como *Lactobacillus* e *Bifidobacteria* também exibe atividades anti-inflamatórias e anticarcinogênicas e possui várias funções enzimáticas (GARCÍA-MONTOYA et al., 2012).

3.1 Atividade Antibacteriana da Lactoferrina

A atividade antibacteriana do Lf tem sido amplamente documentada *in vitro* e *in vivo* para bactérias Gram-positivas e Gram-negativas e em algumas bactérias resistentes ao álcool-ácido.

A Lf inibe o crescimento de bactérias Gram-negativas e Gram-positivas, incluindo *Listeria monocytogenes* (RIPOLLES et al., 2015), *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella dysenteriae*, *Streptococcus mutans*, *Bacillus stearothermophilus* e *Bacillus subtilis* (RAMOS-CLAMONT et al., 2010). Também possui efeito bactericida e bacteriostático *in vivo* e em modelos animais contra múltiplas cepas de *Helicobacter pylori*. É importante destacar que Lf também atua nas cepas resistentes a antibióticos de *Listeria monocytogenes*, *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus* resistentes à metacilina, *Klebsiella pneumoniae* resistente à meticilina e *Mycobacterium tuberculosis*, (RODRÍGUEZ - FRANCO; VÁZQUEZ - MORENO; RAMOS - CLAMONT MONTFORT, 2005). Também se demonstrou que a Lf é eficaz contra cepas de *Haemophilus influenzae* que podem se ligar à célula hospedeira (MORENO-EXPÓSITO et al., 2018).

A função bacteriostática é devida à capacidade de Lf se ligar aos íons Fe. Como a molécula é encontrada principalmente como apo-lactoferrina (forma livre de ferro) nas secreções, ela tem a capacidade de sequestrar esse metal nos locais de infecção (RODRÍGUEZ-FRANCO; VÁZQUEZ-MORENO; RAMOS-CLAMONT MONTFORT, 2005). O sequestro de ferro de patógenos bacterianos inibe o crescimento bacteriano, limita o uso desse nutriente por bactérias no local da infecção e diminui a expressão de seus fatores de virulência (GARCÍA-MONTOYA et al., 2012). Acreditava-se que essa fosse a única ação antimicrobiana da lactoferrina por um longo tempo, e foi apoiada por vários estudos demonstrando que apenas a apo-lactoferrina possuía atividade antibacteriana e que essa atividade foi reduzida com a saturação de ferro (JENSSEN; HANCOCK, 2009).

A lactoferrina é capaz de inibir o *Streptococcus mutans* através de um mecanismo independente de ferro, um efeito sugerido como resultado da interação direta da lactoferrina com a superfície celular bacteriana (JENSSEN; HANCOCK, 2009).

A capacidade bactericida de Lf é atribuída à interação direta da molécula, ou parte dela, com a superfície bacteriana. Essa interação foi observada em bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Estudos com bactérias Gram-positivas, como *Streptococcus mutans*, *Micrococcus sp* e *Clostridium sp*, mostram que Lf humano e bovino são capazes de se ligar a superfícies bacterianas, graças à sua carga positiva (RODRÍGUEZ-FRANCO; VÁZQUEZ-MORENO; RAMOS-CLAMONT MONTFORT, 2005).

Estudos da estrutura cristalina da lactoferrina demonstraram que a proteína possui grandes manchas catiônicas em sua superfície, facilitando a interação direta com o lipídio A aniônico, um componente do lipopolissacarídeo (LPS) de bactérias Gram-negativas (SHAHRIAR; GORDON; SIMKO, 2006). Essa interação pode danificar a membrana bacteriana, alterando a permeabilidade da membrana externa e resultando na liberação de LPS (JENSSEN; HANCOCK, 2009), ou seja, o terminal N carregado positivamente de Lf impede a interação entre LPS e cátions bacterianos (Ca^{2+} e Mg^{2+}) e interfere na proliferação agregada em *E. coli* (GARCÍA-MONTOYA et al., 2012).

Em bactérias Gram-negativas, como *Vibrio cholerae* e *E. coli*, foi detectada a

interação de Lf com a superfície bacteriana, seguida pela liberação de lipopolissacarídeo (LPS), aumento da permeabilidade da membrana e liberação do conteúdo citoplasmático de bactérias (RODRÍGUEZ-FRANCO; VÁZQUEZ-MORENO;

-CLAMONT MONTFORT, 2005). A interação entre Lf e LPS ou outras proteínas da superfície também potencializa a ação de antibacterianos naturais como a lisozima, que é secretada pela mucosa em concentrações elevadas junto com Lf (GARCÍA-MONTOYA et al., 2012). Também foi demonstrado que o lobo N-terminal de Lf possui uma atividade semelhante à serina-protease. Em *H. influenzae*, Lf é capaz de clivar proteínas em regiões ricas em arginina, e o sítio ativo da protease está situado no lobo N-terminal, atenuando a virulência e impedindo a colonização (HENDRIXSON et al., 2003).

3.2 Atividade Antiviral

A Lf possui forte atividade antiviral contra um amplo espectro de vírus RNA e DNA, como vírus Sindbis (WAARTS et al., 2005), citomegalovírus (ANDERSEN et al., 2001; BELJAARS et al., 2004), vírus do herpes simplex (MARCHETTI et al., 2004), vírus da floresta Semliki (WAARTS et al., 2005), poliomavírus humano (LONGHI et al., 2006), papilomavírus humano (DROBNI; NÄSLUND; EVANDER, 2004), echovírus (AMMENDOLIA et al., 2007), vírus da imunodeficiência humana e rotavírus (SUPERTI et al., 2001). A maioria desses estudos sugere que Lf inibe a entrada do vírus na célula hospedeira, em vez de agir em sua replicação. A administração de LF também aumenta a atividade das células Natural Killer (NK) e a resposta dos linfócitos TH1, que secretam citocinas que protegem contra a infecção viral (WAKABAYASHI et al., 2014).

A primeira estratégia da Lf de inibição a vírus é ligar-se à partícula viral, impedindo-a de aderir à célula. É o caso do vírus da hepatite C, no qual Lf se liga às proteínas E1 e E2 em seu envelope. Experimentos mostram que, nesse caso, toda a molécula de Lf, em sua conformação nativa, é necessária para que o efeito ocorra. Esse mesmo mecanismo também ocorre contra o rotavírus (SUPERTI et al., 2001). Existem outros vírus nos quais a atividade da Lf é atribuída em parte à sua ligação a algumas proteínas no envelope viral e em parte ao bloqueio de receptores celulares. É o caso do vírus do herpes, adenovírus e vírus do HIV (PIETRANTONI et al., 2003). Wong et al. (2014), demonstrou que a Lf possui uma poderosa atividade inibitória contra o vírus da imunodeficiência humana (HIV), enquanto alguns fragmentos de LF, como a lactoferricina, exercem uma ação inibitória leve na transcriptase reversa do HIV-1 e na integrase do HIV-1. De acordo com Carthagena (2011), a LF pode interferir na transmissão do HIV-1 no nível da mucosa, bloqueando sua ligação às células epiteliais e com a transmissão das células dendríticas às células T CD4+, duas etapas cruciais na difusão do HIV da mucosa para o tecido linfóide.

Um segundo mecanismo é bloquear moléculas na superfície celular, que o vírus reconhece como receptores ou correceptores. Esses vírus normalmente utilizam moléculas comuns na membrana celular para facilitar sua invasão nas células. Essas moléculas,

incluindo os proteoglicanos heparano sulfato (HSPGs), fornecem os primeiros locais de ancoragem na superfície celular e ajudam o vírus a fazer contato primário com as células hospedeiras (BELTING, 2003). Estudo revela que a inibição mediada por LF da infecção por SARS-CoV ocorre através da localização competitiva da LF nos locais de ancoragem de SARS-CoV fornecidos pelos HSPGs. A ligação da LF a HSPGs impediu o contato preliminar entre SARS-CoV e as células hospedeiras e, assim, impediu a entrada subsequente nas células. E que a LF pode exercer suas funções de proteção contra a invasão de SARS-CoV de duas maneiras ao mesmo tempo (LANG et al., 2011).

3.3 Atividade Antifúngica

A atividade antifúngica de amplo espectro da Lf ou suas frações contra leveduras e bolores está bem documentada (SILVA et al., 2013). A atividade antifúngica, inibe o crescimento de diferentes fitopatógenos, como *Aspergillus niger* e *Trichoderma viride* (LAHOZ et al., 2008), de fungos dermatofíticos como *Trichophyton mentagrophytes* (FERNANDES; CARTER, 2017) e inibe a germinação de esporos e o crescimento micelial de *Botrytis cinerea* em um período de tempo e dose dependente (WANG et al., 2013). Entretanto, a maioria dos estudos sobre a atividade antifúngica de Lf foi realizada com espécies do gênero *Candida*, mais amplamente estudada é a sua atividade em membros das espécies de *Candida*, com *Candida tropicalis*, *Candida krusei* e *Candida albicans* exibindo o maior nível de suscetibilidade, enquanto *Candida glabrata* tem o menor (FERNANDES; CARTER, 2017), provavelmente devido ao fato de a maioria das espécies serem patógenos humanos (ACOSTA-ZALDÍVAR et al., 2016).

Em 1971, realizaram os primeiros estudos com *Candida spp.* e atribuiu o efeito antifúngico da Lf à sua capacidade de sequestrar Fe³⁺ (GONZÁLEZ-CHÁVEZ; ARÉVALO-GALLEGOS; RASCÓN-CRUZ, 2009). Em *Aspergillus fumigatus*, o sequestro de Fe³⁺ por apo-Lf mostrou-se importante para a defesa do hospedeiro (ZAREMBER et al., 2007), indicando que o sequestro de ferro pode desempenhar um papel na ação antifúngica de Lf *in vivo* (FERNANDES; CARTER, 2017). Posteriormente, observou-se que a apo-lactoferrina é capaz de eliminar *C. albicans* e *C. krusei*, alterando a permeabilidade de sua superfície celular, semelhante à forma como ocorre nas bactérias. Nesses casos, também foi observado um efeito maior ao usar a lactoferrina; portanto, acredita-se que o mecanismo de ação seja semelhante ao que ocorre nas superfícies bacterianas (RODRÍGUEZ-FRANCO; VÁZQUEZ-MORENO; RAMOS-CLAMONT MONTFORT, 2005).

O uso combinado de Lf com outras drogas antifúngicas tem sido cada vez mais estudado nos últimos anos. Quando combinado com o fluconazol, várias fontes de Lf foram observadas para aumentar significativamente a atividade inibitória e diminuir a concentração inibitória mínima (MIC) para várias espécies de *Candida*, incluindo o tipo selvagem e cepas clínicas, e biossíntese e ergosterol e mutantes resistentes ao azol (FERNANDES; CARTER, 2017; VENKATESH; RONG, 2008). Vários outros medicamentos azólicos, incluindo

itraconazol, clotrimazol e cetoconazol, bem como 5-fluorocitosina, demonstraram funcionar sinergicamente com Lf em *C. albicans*. As drogas de polieno anfotericina B e nistatina não exibiram interações com bLf quando testadas em espécies de *Candida* embora anfotericina B e bLf tenham sido encontrados para agir sinergicamente em *Cryptococcus neoformans*, *Cryptococcus gattii* e *S. cerevisiae* (FERNANDES; CARTER, 2017).

3.4 Atividade Antiparasitária

Uma compreensão clara das atividades antimicrobianas de Lf tem sido difícil de ser alcançada porque os mecanismos de ação de Lf e os nichos ecológicos de micróbios geralmente diferem de um organismo para outro. Os mecanismos moleculares da atividade antiparasitária de Lf são ainda mais complexos (GARCÍA-MONTOYA et al., 2012). A maioria dos estudos sobre a atividade antiparasitária de Lf foi realizada *in vitro*, analisando associações moleculares na presença ou ausência de Fe³⁺. Esta atividade também foi demonstrada usando peptídeos derivados da molécula completa (GONZÁLEZ-CHÁVEZ; ARÉVALO-GALLEGOS; RASCÓN-CRUZ, 2009).

A apo-Lf é a proteína do leite com o maior efeito amebicida contra *E. histolytica in vitro*, pois pode ligar os lipídios na membrana do trofozoíto causando ruptura da membrana e danos ao parasita (GARCÍA-MONTOYA et al., 2012). O estudo realizado por López-Soto et al., (2010) observaram que a cepa patogênica *E. histolytica* HM1: IMSS foi suscetível à quimera Lf em curtos tempos de incubação (3 h), enquanto o parasita mostrou sensibilidade moderada à LFcina17-30 e LFampina265-284, atingindo apenas a morte de amebas após tempos de incubação prolongados.

Outro estudo *in vitro* mostrou que o hLF pode ligar-se ao parasita intracelular *Toxoplasma gondii*, que causa toxoplasmose e afeta humanos e animais. No entanto, LF não pode impedir que o parasita entre no hospedeiro. Seu mecanismo de ação, neste caso, é a inibição do crescimento intracelular de *T. gondii* nas células hospedeiras (GONZÁLEZ-CHÁVEZ; ARÉVALO-GALLEGOS; RASCÓN-CRUZ, 2009). O estudo mostrou que a bLF se ligou aos componentes de *T. brucei* e que o hidrolisado de bLF interrompeu os locais responsáveis pela ligação às proteínas do parasita, causando privação de Fe³⁺ (TANAKA et al., 2004).

O efeito da Lf nos hemoparasitas *Babesia caballi* e *Babesia equi* depende se Lf está ou não ligado a Fe³⁺. Verificou-se que *B. caballi* foi significativamente suprimido por apo-Lf, mas não foi inibido pelos outros tipos de Lf, enquanto nenhum dos tipos de Lf teve um efeito inibitório contra *B. equi* (IKADAI et al., 2005).

3.5 Atividade Anti-Inflamatória e Imunomoduladora

A Lf exibe propriedades imunológicas que influenciam as imunidades inatas e adquiridas (LEGRAND et al., 2006). Sua relação com o sistema imunológico é evidente pelo fato de que pessoas com deficiência de Lf congênita ou adquirida têm infecções recorrentes (GARCÍA-MONTOYA et al., 2012). A Lf pode modular a expressão específica e

não específica de proteínas antimicrobianas, receptores de reconhecimento de padrões e proteínas relacionadas ao movimento de linfócitos (YAMAUCHI et al., 2006). O papel que a Lf desempenha na regulação das respostas imunes inatas confirma sua importância como um mecanismo de defesa de primeira linha do hospedeiro contra patógenos invasores, modulando a inflamação aguda e crônica (GARCÍA-MONTOYA et al., 2012). Além de induzir a imunidade sistêmica, a Lf pode promover a imunidade da pele e inibir como respostas alérgicas. Ele induz o sistema imunológico contra alérgenos da pele, causando inibição dependente da dose de migração de células de Langerhans e o acúmulo de células dendríticas nos linfonodos (VAN DER STRATE et al., 2001).

A carga positiva da Lf permite que ela se ligue a moléculas carregadas negativamente na superfície de várias células do sistema imunológico e foi sugerido que esta associação pode desencadear vias de sinalização que levam a respostas celulares, como ativação, diferenciação e proliferação. A Lf é transportada para o núcleo, onde pode se ligar ao DNA e ativar diferentes vias de sinalização. A Lf é secretada para o meio, onde apresenta atividade anti-inflamatória por meio da inibição de citocinas pró-inflamatórias, como interferon-gama, fator de necrose tumoral alfa e interleucina (IL) -1, IL-2 e IL -6. A nível celular, a Lf aumenta o número de células natural killer (NK), aumenta o recrutamento de células polimorfonucleares no sangue, induz fagocitose e pode modular o processo mielopoietico (GONZÁLEZ-CHÁVEZ; ARÉVALO-GALLEGOS; RASCÓN-CRUZ, 2009).

Os trabalhos com modelos de infecção *in vitro* e *in vivo* mostram que bLf exibe efeitos moduladores para cima e para baixo no perfil de citocinas Th1 pró-inflamatórias. O papel de bLf na resolução de infecções por meio da modulação de mediadores de inflamação foi documentado em modelos de infecção causada por várias cepas de bactérias enteropatogênicas e parasitas (DRAGO-SERRANO et al., 2017). Além disso, verificou-se que a Lf promove o desenvolvimento de *Bifidobacterium*, um dos principais gêneros de bactérias da flora do cólon usado como probióticos, de forma independente do nível de saturação de ferro de Lf (WAKABAYASHI et al., 2014). Acredita-se que esse efeito ajude a manter a homeostase intestinal.

A bLf também exerce sua atividade anti-inflamatória em macrófagos inflamados por LPS. Macrófagos humanos, responsivos ao tratamento com LPS, expressam positivamente IL-6, que é significativamente inibida por bLf, o que reduz a inflamação patológica e o dano celular, à semelhança do que foi observado em células epiteliais invadidas por bactérias intracelulares (ROSA et al., 2017).

3.6 Atividade Anticarcinogênica da Lactoferrina

A Lf exerce atividade antineoplásica por diferentes mecanismos de ação de acordo com o tipo de câncer, incluindo: alteração da membrana celular, indução de apoptose, parada do ciclo celular, imunomodulação celular, ação antiangiogênica, inibição de metástases e até necrose celular. No entanto, as bases moleculares da maioria desses

mecanismos são mal compreendidas e requerem pesquisas mais aprofundadas (ZHANG et al., 2014).

A Lf demonstrou um potencial terapêutico notável no tratamento do câncer. Estudos demonstraram que a Lf e seus peptídeos possuem efeito inibitório contra linhas de células de câncer de pulmão (A549), gástrico (AGS), intestinal (HT-29) e de mama (MDA-MB-231, MCF-7) (AMIRI; MORADIAN; RAFIEI, 2015) língua, esôfago, fígado e colorretal (HEGAZY et al., 2019). Enquanto o tratamento com Lf foi considerado eficiente na inibição do crescimento, metástase e tumor associado angiogênese (ZHANG; LIMA; RODRIGUES, 2014), bem como no reforço da quimioterapia (SUN et al., 2012).

Estudos mostram que a bLf inibiu a expressão de survivin (uma proteína aumenta a taxa de sobrevivência de células cancerosas) e modulou a apoptose de células cancerosas *in vitro* e *in vivo* (GIBBONS; KANWAR; KANWAR, 2015; KANWAR et al., 2015).

4 | CONCLUSÃO

Conforme descrito a Lf apresenta um amplo espectro de funções, vários trabalhos abordam os efeitos benéficos Da Lf no tratamento de várias doenças infecciosas causadas por bactérias, fungos, protozoários e vírus em animais e humanos. Apesar da extensa literatura sobre as multifunções biológicas da lactoferrina, muitas pesquisas e experimentos precisam ser realizados para estudar as interações moleculares desta proteína com os elementos reguladores e obter uma melhor compreensão de sua atividade.

REFERÊNCIAS

POPPI, F. A. et al. **Soro de leite e suas proteínas: Composição e Atividade Funcional**. Journal of Health Sciences, v. 12, n. 2, p. 31–38, 2010.

ACOSTA-ZALDÍVAR, M. et al. **Human lactoferrin triggers a mitochondrial- and caspase-dependent regulated cell death in *Saccharomyces cerevisiae***. Apoptosis, v. 21, n. 2, p. 163–173, 2016.

AMIRI, F.; MORADIAN, F.; RAFIEI, A. **Anticancer effect of lactoferrin on Gastric Cancer Cell Line AGS**. Research in Molecular Medicine, v. 3, n. 2, p. 11–16, 2015.

AMMENDOLIA, M. G. et al. **Bovine lactoferrin inhibits echovirus endocytic pathway by interacting with viral structural polypeptides**. Antiviral Research, v. 73, n. 3, p. 151–160, 2007.

ANDERSEN, J. H. et al. **Lactoferrin and cyclic lactoferricin inhibit the entry of human cytomegalovirus into human fibroblasts**. Antiviral Research, v. 51, n. 2, p. 141–149, 2001.

BAKER, E. N.; BAKER, H. M. **Molecular structure, binding properties and dynamics of lactoferrin**. Cellular and Molecular Life Sciences, v. 62, n. 22, p. 2531–2539, 2005.

BELTING, M. **Heparan sulfate proteoglycan as a plasma membrane carrier**. Trends in Biochemical Sciences, v. 28, n. 3, p. 145–151, 2003.

CARTHAGENA, L. **Modulation of HIV Binding to Epithelial Cells and HIV Transfer from Immature Dendritic Cells to CD4 T Lymphocytes by Human Lactoferrin and its Major Exposed LF-33 Peptide.** The Open Virology Journal, v. 5, n. 1, p. 27–34, 2011.

DRAGO SERRANO, M. E. **Antibacterial activities of lactoferrin.** Enfermedades Infecciosas y Microbiología, v. 26, n. 2, p. 58–63, 2006.

DRAGO-SERRANO, M. E. et al. **Lactoferrin: Balancing ups and downs of inflammation due to microbial infections.** International Journal of Molecular Sciences, v. 18, n. 3, 2017.

DROBNI, P.; NÄSLUND, J.; EVANDER, M. **Lactoferrin inhibits human papillomavirus binding and uptake in vitro.** Antiviral Research, v. 64, n. 1, p. 63–68, 2004.

DZITKO, K. et al. **Toxoplasma gondii: Inhibition of the intracellular growth by human lactoferrin.** Polish Journal of Microbiology, v. 56, n. 1, p. 25–32, 2007.

ELNAZ, A. et al. **Expression of a Recombinant Therapeutic Protein , Lactoferrin , in PichiaPink TM : a Powerful Antimicrobial Protein.** v. 8, n. 1, p. 471–478, 2016.

FERNANDES, K. E.; CARTER, D. A. **The antifungal activity of lactoferrin and its derived peptides: Mechanisms of action and synergy with drugs against fungal pathogens.** Frontiers in Microbiology, v. 8, n. JAN, p. 1–10, 2017.

GARCÍA-MONTOYA, I. A. et al. **Lactoferrin a multiple bioactive protein: An overview.** Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects, v. 1820, n. 3, p. 226–236, 2012.

GIANSANTI, F. et al. **Lactoferrin from milk: Nutraceutical and pharmacological properties.** Pharmaceuticals, v. 9, n. 4, p. 1–15, 2016.

GIBBONS, J. A.; KANWAR, J. R.; KANWAR, R. K. **Iron-free and iron-saturated bovine lactoferrin inhibit survivin expression and differentially modulate apoptosis in breast cancer.** BMC Cancer, v. 15, n. 1, p. 1–16, 2015.

GONZÁLEZ- CHÁVEZ, S. A.; ARÉVALO-GALLEGOS, S.; RASCÓN-CRUZ, Q. **Lactoferrin: structure, function and applications.** International Journal of Antimicrobial Agents, v. 33, n. 4, p. 301.e1-301.e8, 2009.

JENSSEN, H.; HANCOCK, R. E. W. **Antimicrobial properties of lactoferrin.** Biochimie, v. 91, n. 1, p. 19–29, 2009.

HEGAZY, R. R. et al. **Regulation of PKB/Akt-pathway in the chemopreventive effect of lactoferrin against diethylnitrosamine-induced hepatocarcinogenesis in rats.** Pharmacological Reports, v. 71, n. 5, p. 879–891, 2019.

HENDRIXSON, D. R. et al. **Human milk lactoferrin is a serine protease that cleaves Haemophilus surface proteins at arginine-rich sites.** Molecular Microbiology, v. 47, n. 3, p. 607–617, 2003.

IKADAI, H. et al. **Short report: Inhibitory effect of lactoferrin on in vitro growth of Babesia caballi.** American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 73, n. 4, p. 710–712, 2005.

JENSSEN, H.; HANCOCK, R. E. W. **Antimicrobial properties of lactoferrin**. *Biochimie*, v. 91, n. 1, p. 19–29, 2009.

KARAV, S. et al. **Studying lactoferrin N-glycosylation**. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 18, n. 4, p. 1–14, 2017.

LAHOZ, E. et al. **Fungistatic activity of iron-free bovin lactoferrin against several fungal plant pathogens and antagonists**. *Natural Product Research*, v. 22, n. 11, p. 955–961, 2008.

LANG, J. et al. **Inhibition of SARS pseudovirus cell entry by lactoferrin binding to heparan sulfate proteoglycans**. *PLoS ONE*, v. 6, n. 8, 2011.

LEGRAND, D. et al. **Interactions of lactoferrin with cells involved in immune function**. *Biochemistry and Cell Biology*, v. 84, n. 3, p. 282–290, 2006a.

LEGRAND, D. et al. **Lactoferrin structure and functions**. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, v. 606, p. 163–194, 2008.

LONGHI, G. et al. **Lactoferrin inhibits early steps of human BK polyomavirus infection**. *Antiviral Research*, v. 72, n. 2, p. 145–152, 2006.

MARCHETTI, M. et al. **Inhibition of herpes simplex virus infection by lactoferrin is dependent on interference with the virus binding to glycosaminoglycans**. *Virology*, v. 318, n. 1, p. 405–413, 2004.

MORENO-EXPÓSITO, L. et al. **Multifunctional capacity and therapeutic potential of lactoferrin**. *Life Sciences*, v. 195, n. November 2017, p. 61–64, 2018.

POPPI, F. A. et al. **Soro de leite e suas proteínas: Composição e Atividade Funcional**. *Journal of Health Sciences*, v. 12, n. 2, p. 31–38, 2010.

PIETRANTONI, A. et al. **Bovine Lactoferrin Inhibits Adenovirus Infection by Interacting with Viral Structural Polypeptides**. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, v. 47, n. 8, p. 2688–2691, 2003.

RAMOS-CLAMONT, G. et al. **Actividad antibacteriana de lactoferrina bovina y lactoferrina porcina sobre escherichia coli k88+**. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia*, v. 20, n. 5, p. 473–479, 2010.

REBOUILLAT, S.; ORTEGA-REQUENA, S. **Potential Applications of Milk Fractions and Valorization of Dairy By-Products: A Review of the State-of-the-Art Available Data, Outlining the Innovation Potential from a Bigger Data Standpoint**. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, v. 06, n. 03, p. 176–203, 2015.

RIPOLLES, D. et al. **Antibacterial activity of bovine milk lactoferrin and its hydrolysates prepared with pepsin, chymosin and microbial rennet against foodborne pathogen *Listeria monocytogenes***. *International Dairy Journal*, v. 45, p. 15–22, 2015.

RODRÍGUEZ-FRANCO, D. A.; VÁZQUEZ-MORENO, L.; RAMOS-CLAMONT MONTFORT, G. **Actividad antimicrobiana de la lactoferrina: Mecanismos y aplicaciones clínicas potenciales**. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, v. 47, n. 3–4, p. 102–111, 2005.

ROSA, L. et al. **Lactoferrin: A natural glycoprotein involved in iron and inflammatory homeostasis.** *International Journal of Molecular Sciences*, v. 18, n. 9, 2017.

SHAHRIAR, F.; GORDON, J. R.; SIMKO, E. **Identification of lipopolysaccharide-binding proteins in porcine milk.** *Canadian Journal of Veterinary Research*, v. 70, n. 4, p. 243–250, 2006.

SILVA, T. et al. **Structural diversity and mode of action on lipid membranes of three lactoferrin candidacidal peptides.** *Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes*, v. 1828, n. 5, p. 1329–1339, 2013.

SUN, X. et al. **“Iron-saturated” bovine lactoferrin improves the chemotherapeutic effects of tamoxifen in the treatment of basal-like breast cancer in mice.** *BMC Cancer*, v. 12, p. 1–12, 2012.

SUPERTI, F. et al. **Involvement of bovine lactoferrin metal saturation, sialic acid and protein fragments in the inhibition of rotavirus infection.** *Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects*, v. 1528, n. 2–3, p. 107–115, 2001.

TANAKA, T. et al. **The detection of bovine lactoferrin binding protein on *Trypanosoma brucei*.** *Journal of Veterinary Medical Science*, v. 66, n. 6, p. 619–625, 2004.

VAN DER STRATE, B. W. A. et al. **Antiviral activities of lactoferrin.** *Antiviral Research*, v. 52, n. 3, p. 225–239, 2001.

WAARTS, B. L. et al. **Antiviral activity of human lactoferrin: Inhibition of alphavirus interaction with heparan sulfate.** *Virology*, v. 333, n. 2, p. 284–292, 2005.

WAKABAYASHI, H. et al. **Lactoferrin for prevention of common viral infections.** *Journal of Infection and Chemotherapy*, 2014.

WANG, J. et al. **Inhibitory effect of lactoferrin against gray mould on tomato plants caused by *Botrytis cinerea* and possible mechanisms of action.** *International Journal of Food Microbiology*, v. 161, n. 3, p. 151–157, 2013.

WONG, J. H. et al. **A study of effects of peptide fragments of bovine and human lactoferrins on activities of three key HIV-1 enzymes.** *Peptides*, v. 62, p. 183–188, 2014.

YAMAUCHI, K. et al. **Bovine lactoferrin: Benefits and mechanism of action against infections.** *Biochemistry and Cell Biology*, v. 84, n. 3, p. 291–296, 2006.

ZAREMBER, K. A. et al. **Human Polymorphonuclear Leukocytes Inhibit *Aspergillus fumigatus* Conidial Growth by Lactoferrin-Mediated Iron Depletion.** *The Journal of Immunology*, v. 178, n. 10, p. 6367–6373, 2007.

ZHANG, Y. et al. **Effect of indomethacin and lactoferrin on human tenocyte proliferation and collagen formation in vitro.** *Biochemical and Biophysical Research Communications*, v. 454, n. 2, p. 301–307, 2014.

ZHANG, Y.; LIMA, C. F.; RODRIGUES, L. R. **Anticancer effects of lactoferrin: Underlying mechanisms and future trends in cancer therapy.** *Nutrition Reviews*, v. 72, n. 12, p. 763–773, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço galvanizado 6, 14, 15, 16, 17, 20, 24

Adsorção de íons 8, 130, 131, 133

Agente Antimicrobiano 183

Análise 6, 7, 1, 2, 5, 6, 8, 14, 29, 32, 38, 39, 40, 43, 58, 60, 64, 82, 83, 85, 93, 96, 98, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 122, 123, 125, 127, 135, 136, 137, 146, 162, 200, 241, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 258, 260, 263, 267, 268, 269, 276, 280, 281, 289, 296, 300, 303, 306, 307, 308, 312, 321

Análise Termogravimétrica 85

B

Biofilmes 7, 81, 82, 83, 84

Biomassa 85, 87, 88, 91, 93

C

Capacidade de Retenção 142, 144, 146, 147, 148

Catálise heterogênea 55, 57

Compósitos 6, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 159, 164, 197, 203

Compostos voláteis 7, 96, 100, 101

Condutividade térmica 195, 196, 197, 198, 200, 203, 204

Controle de qualidade 3, 4, 105, 106, 126, 127

Co-Precipitação 130, 131, 132, 133, 134, 139, 162

Criminalística 250, 251, 252, 261, 262

D

Decantação 2, 4, 6, 7, 11, 87, 153

E

Eletroquímica 5, 14, 17, 18, 20, 45, 46, 47, 48, 49, 311

Energia ultrassônica 220

F

Fibras vegetais 36, 37, 40, 44, 152

Filmes 8, 10, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 81, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 237, 238, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 250, 261, 318

Fotocatálise 161, 164, 177, 180, 181, 208, 329

I

Inibidores de corrosão 16, 45, 46

Inibidor verde 15, 47, 52

L

Legislação 2, 4, 121, 124, 125, 126, 127, 143

M

Método de síntese 209, 210, 214, 323, 327, 328, 329, 330

Morfologia 13, 36, 38, 41, 43, 130, 133, 200, 201, 202, 209, 210, 211, 212, 213, 220, 309, 310, 312, 314, 316

N

Nanopartículas magnéticas 130, 131, 132, 133, 137, 139, 309, 310, 311

P

Plastificantes 237, 238, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 246

Polímeros Naturais 150, 151

Pré-tratamento 14, 15, 16, 23, 328

Propriedades Mecânicas 10, 15, 36, 39, 43, 151, 152, 237, 238, 241, 243, 245, 246, 247

Q

Química Forense 10, 250, 251, 261, 262

Química Verde 2, 12, 45, 334

Quimiometria 5, 26

R

Revestimentos 81, 196, 197, 241, 310

S


Secagem 2, 4, 7, 8, 11, 58, 98, 107, 153, 260, 329

T

Titulação espectrofotométrica 6, 26, 28, 29

V

Voltametria 69, 309

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)