

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a 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
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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 Federaci 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 da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
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 Gonçalo 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

Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadora: Daniela Reis Joaquim de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M626 Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos 2 /
Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-446-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.464210109>

1. Microbiologia. 2. Clínica. 3. Ambiental. 4. Alimentos.
I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.
CDD 579

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O livro “Microbiologia: Clínica, Ambiental e Alimentos 2” é uma obra composta por trabalhos científicos na forma de artigos originais e de revisão, todos relacionados ao cultivo e triagem de micro-organismos.

A Microbiologia é uma área bastante ampla, com interface não só com as Ciências Biológicas, mas também com a área de Saúde, como Medicina, Enfermagem, Medicina comunitária, Nutrição, Farmacologia, Imunologia, Saúde coletiva, Farmácia e áreas correlatas. Ao longo destes 14 capítulos serão discutidos avanços da ciência e serão revistos conceitos importantes dentro da Microbiologia básica e clínica, Bacteriologia, Micologia, Parasitologia, Virologia, além de propor a discussão destes temas de forma atualizada e dinâmica. Este livro será, portanto, muito importante para auxiliar estudantes e profissionais no reconhecimento e caracterização de micro-organismos, na prevenção e no combate a doenças causadas pelos mesmos ou ainda para sua utilização industrial, comercial, medicinal e nutricional.

Esta obra, bem como todas as publicações da Atena Editora, passou pela avaliação de um Comitê de pesquisadores com mestrado e doutorado em programas de pós-graduação renomados no Brasil. Assim, apresentamos ao leitor um trabalho de excelente qualidade, atualizado e devidamente avaliado por pares.

Esperamos que gostem da leitura.

Daniela Reis Joaquim de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

FORMAÇÃO DE BIOFILME POR BACTÉRIAS

Marly Marques Rego Neta
Inara Viviane de Oliveira Sena
Antonio Rosa de Sousa Neto
Josie Haydée Lima Ferreira
Daniela Reis Joaquim de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101091>

CAPÍTULO 2..... 14

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS RESIDENCIAIS NO ENTORNO DO CEMITÉRIO SANTO ANTÔNIO, NA CIDADE DE PORTO VELHO-RO/BRASIL

Deizieny Aires da Silva Almeida
Iasmin Pinheiro de Sousa
Taciára Letícia Oliveira Mendes
Helen Queite Guterres Barros Gazola
Adriele Maiara Carneiro Muniz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101092>

CAPÍTULO 3..... 20

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA FARINHA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) DO TIPO UARINI, COMERCIALIZADA NA FEIRA DA MANAUS MODERNA NA CIDADE DE MANAUS-AM

Hualef Sérgio da Silva Pereira
Raynara Inácio de Araújo
Williene Coelho da Silva
Uziel Ferreira Suwa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101093>

CAPÍTULO 4..... 28

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE *Sporothrix brasiliensis*: AGENTE DE ESPOROTRICOSE DE TRANSMISSÃO ZONÓTICA

Fernanda de Andrade Galliano Daros Bastos
Renata Botti Okar
Louise Tamirys Camargo
Regielly Caroline Raimundo Cognialli
Flavio de Queiroz-Telles

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101094>

CAPÍTULO 5..... 38

Acinetobacter baumannii: INFECÇÕES ASSOCIADAS, RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA, TRATAMENTO, PREVENÇÃO E CONTROLE

Ivina Meneses dos Santos e Silva
Júlia Rodrigues Holanda

Rebeca dos Santos Miranda de Oliveira
Antonio Rosa de Sousa Neto
Inara Viviane de Oliveira Sena
Rosângela Nunes Almeida
Kelly Myriam Jimenez de Aliaga
Daniela Reis Joaquim de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101095>

CAPÍTULO 6..... 49

BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO EM LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS: PROCESSO DE ISOLAMENTO EM NÓDULOS RADICULARES

Mayan Blanc Amaral
Edevaldo de Castro Monteiro
Tamiris dos Santos Lopes
Thiago Neves Teixeira
Bruno José Rodrigues Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101096>

CAPÍTULO 7..... 55

CAPSAICINA COMO UMA MOLÉCULA BIOATIVA PROMISSORA CONTRA MICRO-ORGANISMOS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA E AGRÍCOLA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Maria Gabriela Ferreira
Meliza Arantes de Souza Bessa
Ralciane de Paula Menezes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101097>

CAPÍTULO 8..... 69

HIDRÓLISE DO AMIDO DE MILHO: LIBERAÇÃO DE AÇÚCARES FERMENTECÍVEIS PARA FABRICAÇÃO DE ETANOL

Paulo Henrique Silva Lopes
Adeline Cristina Pereira Rocha
David Lee Nelson
Vivian Machado Benassi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101098>

CAPÍTULO 9..... 81

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DOS PARÂMETROS LABORATORIAIS E CLÍNICOS DE PACIENTE COM SEPSE EM HOSPITAL PRIVADO DE MINAS GERAIS

Mariana de Souza Carvalho
Isadora Moreira Costa do Nascimento Nogueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101099>

CAPÍTULO 10..... 91

BIOPROSPECÇÃO DE BACTÉRIAS ISOLADAS NO MANGUEZAL DO LITORAL DO PARANÁ: ESTUDO PRELIMINAR

Cláudia Cristina da Conceição Munhoz

Matheus Sampaio de Araujo
Juciane Modesto dos Santos
Caroline Alves Cordeiro
Camila Souza Almeida dos Santos
Kassiely Zamarchi
Nigella Mendes de Paula
Gabriela Xavier Schneider
Alessandra Tenório Costa
Danyelle Stringari
Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010910>

CAPÍTULO 11..... 106

IDENTIFICAÇÃO DE ENTEROBACTÉRIAS PRESENTES NO CÓRREGO ALVARENGA DO COMPARTIMENTO DO BRAÇO DO ALVARENGA DO RESERVATÓRIO BILLINGS, NO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

Vitoriana Barbosa Veiga Reis
Marta Ângela Marcondes
Mônica Teixeira Andrade Leal
André Contri Dionizio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010911>

CAPÍTULO 12..... 116

PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA

Daniela Cristina Souza Oliveira
Ludimila Rodrigues Dayrell
Marcus Henrique Canuto
David Lee Nelson
Arlete Barbosa dos Reis
Vivian Machado Benassi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010912>

CAPÍTULO 13..... 129

RELATO DE INFESTAÇÃO POR PIOLHOS *Gliricola porcelli* EM PORQUINHO-DA-ÍNDIA (*Cavia porcellus*) EM RONDÔNIA, BRASIL

Ketly Lorrainy Rodrigues de Oliveira Lima
Renato da Silva
Kétury Silva dos Passos
Jussania Barbosa Oliveira
Rafael M. Godoi
Mayra Araguaia Pereira Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010913>

CAPÍTULO 14..... 134

INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS ASSOCIADAS AO BARBATIMÃO (*STRYPHODENDRON* SP.) NATIVO DO CERRADO

Lavínia Cipriano

Gabriela Moraes Silva
Cristina Paiva de Sousa
Felipe de Paula Nogueira Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010914>

SOBRE A ORGANIZADORA.....	147
ÍNDICE REMISSIVO.....	148

CAPSAICINA COMO UMA MOLÉCULA BIOATIVA PROMISSORA CONTRA MICRO-ORGANISMOS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA E AGRÍCOLA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 01/09/2021

Data de submissão: 03/08/2021

Maria Gabriela Ferreira

Instituto de Biologia, Universidade Federal de
Uberlândia (UFU)
Uberlândia, Minas Gerais, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-9636-6327>

Meliza Arantes de Souza Bessa

Programa de Pós-graduação em Imunologia e
Parasitologia Aplicadas, Instituto de Ciências
Biomédicas, UFU
Uberlândia, Minas Gerais, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-3120-1799>

Ralciane de Paula Menezes

Curso Técnico em análises Clínicas, Escola
Técnica de Saúde, UFU
Uberlândia, Minas Gerais, Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-8499-9090>

RESUMO: Introdução: o aumento de infecções por micro-organismos multidrogas resistentes é considerado um problema de saúde pública mundial. Diante das limitações dos antimicrobianos disponíveis para tratamento, observa-se uma busca crescente por compostos naturais com potencial antimicrobiano. Nesse sentido, a capsaicina, principal molécula de pimentas do gênero *Capsicum*, vem sendo cada vez mais explorada. **Objetivos:** realizar um levantamento bibliográfico de trabalhos que avaliaram a ação antimicrobiana da capsaicina, bem como discutir seu potencial como agente

antimicrobiano. **Metodologia:** foi feita uma revisão integrativa da literatura nas plataformas digitais Pub Med e SciELO de artigos avaliaram a atividade antimicrobiana da capsaicina, resultando em 24 manuscritos publicados entre 1999 e 2021. **Resultados:** a maioria dos estudos avaliou a ação antimicrobiana da capsaicina frente a bactérias Gram negativas. Cerca de 83,3% das pesquisas foram desenvolvidas com capsaicina de origem comercial e a metodologia mais utilizada foi microdiluição em caldo. As melhores atividades antimicrobianas encontradas foram contra *Verticillium dahliae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Candida tropicalis*. **Conclusão:** Foi demonstrado que capsaicina tem ação antimicrobiana frente a patógenos importantes. Faz-se necessário estudos que avaliem a ação *in vivo* e toxicidade a fim de considerá-la como uma potencial molécula contra patógenos importantes, a fim de minimizar as taxas de mortalidade e os prejuízos para saúde, economia e agricultura.

PALAVRAS-CHAVE: Antimicrobiano. Capsaicina. Bactérias Gram positivas. Bactérias Gram negativas. Fungos.

CAPSAICIN AS A PROMISING BIOACTIVE MOLECULE AGAINST HUMAN AND AGRICULTURAL PATHOGENS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Introduction: the increase in infections caused by multidrug resistant microorganisms is a global public health problem. There is a growing search for natural compounds with antimicrobial potential due to limitations of antimicrobials available. Therefore, capsaicin, the

main molecule of peppers of the *Capsicum* genus, has been increasingly studied. **Objectives:** to carry out a bibliographical survey of works that evaluated the antimicrobial action of capsaicin, as well as to discuss its potential as an antimicrobial agent. **Methodology:** an integrative literature review was carried out on the Pub Med and SciELO digital platforms of articles evaluating the antimicrobial activity of capsaicin, resulting in 24 manuscripts published from 1999 to 2021. **Results:** most studies evaluated the antimicrobial action of capsaicin against Gram negative bacteria. About 83.3% of the researches were developed with capsaicin of commercial origin and the most used methodology was microdilution in broth. The best antimicrobial activities were against *Verticillium dahliae*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Candida tropicalis*. **Conclusion:** Capsaicin shown an antimicrobial action against important pathogens. News studies that evaluate the in vivo action and toxicity are necessary in order to consider it as a potential molecule against important pathogens, and consequently, minimize mortality rates and damage to health, economy and agriculture. **KEYWORDS:** Antimicrobial. Capsaicin. Gram positive bacteria. Gram negative bacteria. Fungi.

11 INTRODUÇÃO

A resistência antimicrobiana faz parte do processo evolutivo dos micro-organismos e pode ser denominada como algo natural com o passar dos tempos (OLIVEIRA et al., 2019), porém, o uso indiscriminado de antimicrobianos tem contribuído com o surgimento cada vez mais rápido de isolados resistentes, bem como novos mecanismos de resistência. Como consequência, a escassez de medicamentos eficazes para o tratamento de infecções já é uma realidade que merece atenção em todo o mundo (CHRISTAKI; MARCOU; TOFARIDES 2019). Diante disso, observa-se uma busca constante da medicina e indústria farmacêutica por novas opções terapêuticas eficazes para o tratamento de infecções (PRASCH et al., 2018).

Nesse sentido, pesquisas que avaliam a ação antimicrobiana de compostos naturais têm ganhado destaque nos últimos anos, por representarem uma promissora fonte de moléculas ativas e com boa ação contra micro-organismos importantes (LAWAL et al., 2018). Isso, porque, esses compostos geralmente são menos tóxicos e apresentam boa biodegradabilidade (NIKOLIC et al., 2017; WANG et al., 2020).

Muitas dessas pesquisas utilizam compostos com alguma ação medicinal conhecida, seja ela analgésica, anti-inflamatória, antioxidante, calmante, dentre outras (BOUFRID; QUINN, 2018). Nesse contexto, observa-se um número crescente de trabalhos que buscam avaliar a ação antimicrobiana de moléculas extraídas de diversos tipos de pimenta, com destaque para capsaicina (AKYUZ et al., 2018; KOLLIA et al., 2019).

A capsaicina é um alcaloide encontrado em maior quantidade nas pimentas do gênero *Capsicum*, sendo este responsável pela pungência marcante desses frutos (BAENAS et al., 2018). Além disso, sabe-se que a capsaicina possui diversas propriedades medicinais, tais como: analgésica, anti-inflamatória, antitumoral, além de auxiliar no controle de síndromes

metabólicas importantes como o diabetes (UARROTA et al., 2020). Além desses benefícios, estudos sugerem que a capsaicina também pode apresentar uma ação antimicrobiana interessante (FUCHTBAUER et al., 2021).

Diante do número cada vez maior de infecções por micro-organismos resistentes, do potencial antimicrobiano da capsaicina e visando reunir informações que possam nortear pesquisas que utilizem a capsaicina como uma molécula antimicrobiana, propomos a realização desta revisão integrativa da literatura com o objetivo elencar e reunir artigos que avaliaram a ação antimicrobiana da capsaicina, bem como discutir seu potencial como agente antimicrobiano e listar frente a quais isolados essa molécula foi mais efetiva.

2 | METODOLOGIA

Este trabalho utilizou como método a revisão integrativa de literatura para busca e avaliação dos artigos sobre o tema proposto. A realização deste estudo foi feita em seis etapas: A) Estabelecimento da questão norteadora e dos objetivos; B) Definição dos critérios de inclusão e exclusão das publicações; C) Busca ou amostragem na literatura; D) Coleta de dados dos artigos; E) Avaliação e categorização dos estudos; F) discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008; SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

O levantamento bibliográfico de artigos que abordam a ação antimicrobiana da capsaicina foi feito entre junho de 2020 a abril de 2021, utilizando as bases de dados PubMed e Scientific Eletronic Library Online (SciELO).

A pergunta norteadora deste estudo foi: a molécula capsaicina possui atividade antimicrobiana contra micro-organismos potencialmente patogênicos ao homem, animais e plantas?

Os descritores utilizados na pesquisa foram elencados a partir de uma busca nas bases de dados Lilacs e Descritores em Ciências e Saúde (Decs), sendo: capsaicin and bacterial, capsaicin and yeast, capsaicin and fungal, capsaicin and antibacterial, capsaicin and antifungal, capsaicin and Gram positive, capsaicin and Gram negative e capsaicin antimicrobial activity.

Foram incluídos na avaliação inicial artigos disponíveis na íntegra. Para identificação dos artigos elegíveis, os textos completos foram analisados e ordenados pelo título. Em seguida, procedeu-se a leitura dos mesmos para exclusão dos duplicados. Para identificar se os artigos possuíam relação direta com o tema estudado, foi realizada a análise dos títulos e resumos. O mapeamento dos artigos elegíveis foi realizado por meio de uma planilha no programa Microsoft Excel®, a qual abrangia informações referentes a caracterização da produção (ano de publicação, periódico e estruturação do estudo) e metodologia utilizada.

Foram selecionados para leitura completa manuscritos escritos em português (Brasil), inglês ou espanhol, que avaliaram a ação antimicrobiana da capsaicina através de

ensaios *in vitro* e/ou *in vivo*, seguindo os protocolos estabelecidos pelo Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI) e European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST).

A busca resultou em 2.502 artigos publicados entre 1996 e 2021, dos quais 24 obedeceram aos critérios de elegibilidade (Figura 1).

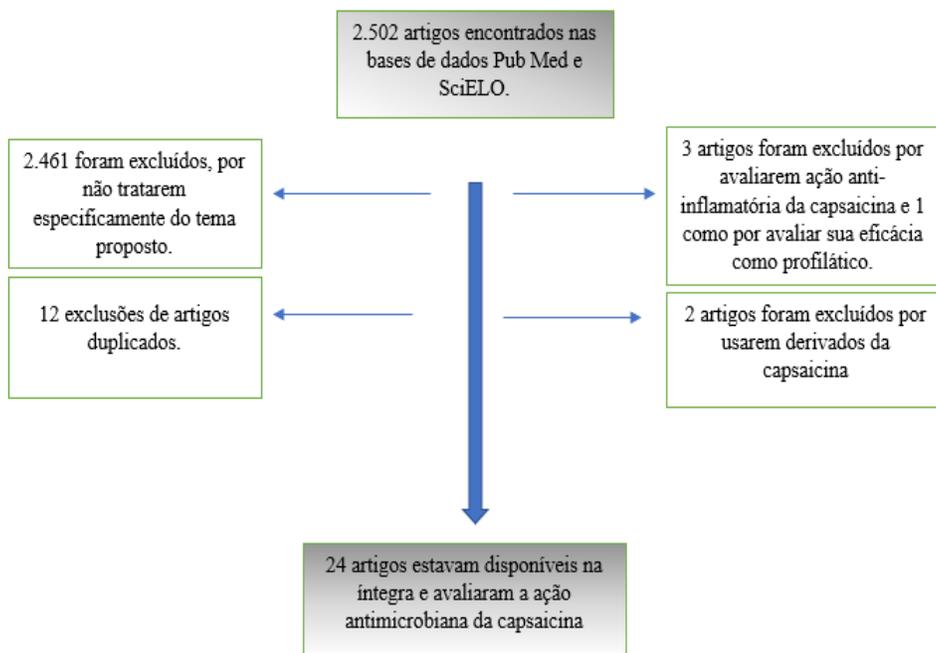


Figura 1: Fluxograma da elegibilidade dos artigos obtidos das bases de dados Pub Med e SciELO incluídos no estudo após aplicação de todos os critérios de inclusão e exclusão.

3 | RESULTADOS

Os artigos incluídos nesta revisão foram publicados entre 1999 e 2021, em sua maioria em revistas na área de tecnologia de alimentos (4), microbiologia (2), botânica (2), doenças infecciosas (2) etino farmacologia (2), fito medicina (2), química (2). Um pequeno número de artigos foi publicado em periódicos sobre agricultura (1), antimicrobianos (1), biomateriais (1), biomoléculas (1), farmácia (1), macromoléculas naturais (1), medicina natural (1) e produtos naturais (1).

Pouco mais de 95% dos artigos foram publicados em inglês e uma pequena parcela em espanhol (4.1%). A maioria dos estudos foi realizado no Brasil (5), seguido por México (4), China (3), Turquia (2), Albânia (1) Argélia (1), Áustria (1), Espanha (1) Grécia (1), Índia (1), Irã (1), Itália (1), Japão (1) e Reino Unido (1). A Tabela 1 apresenta os dados de publicação dos artigos incluídos nesta revisão.

Título	Revista	Idioma	País	Ano	Referência
Antimicrobial properties of alkamides present in flavouring plants traditionally used in Mesoamerica: affinin and capsaicina	Journal of Ethnopharmacology	Inglês	México	1999	Molina-Torres, Chávez e Chávez.
Cytotoxicity, antiviral and antimicrobial activities of alkaloids, flavonoids, and phenolic acids	Pharmaceutical Biology	Inglês	Turquia	2011	Özçelik, Kartal e Orhan
Capsaicin, a novel inhibitor of the NorA efflux pump, reduces the intracellular invasion of <i>Staphylococcus aureus</i>	Journal of Antimicrobial Chemotherapy	Inglês	Índia	2012	Kalia et al.
Antifungal effects of capsaicin and chile piquin extracts (<i>Capsicum annuum</i> l. var. <i>aviculare</i>) in vitro on <i>aspergillus flavus</i> growth	Polibotânica	Espanhol	México	2012	Limón et al.
Antibacterial activity of <i>Capsicum annuum</i> extract and synthetic capsaicinoid derivatives against <i>Streptococcus mutans</i>	Journal of Natural Medicines	Inglês	Brasil	2012	Santos et al.
Properties of capsaicinoids for the control of fungi and oomycetes pathogenic to pepper	Plant Biology	Inglês	Espanha	2013	Veloso et al.
In vitro and in vivo antifungal activity of natural inhibitors against <i>Penicillium expansum</i>	Ciência e Tecnologia de Alimentos	Inglês	Brasil	2013	Fieira et al.
Capsaicin inhibits <i>Porphyromonas gingivalis</i> growth, biofilm formation, gingivomucosal inflammatory cytokine secretion, and in vitro osteoclastogenesis.	European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases	Inglês	China	2014	Zhou et al.
Quantification, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Phenolics Isolated from Different Extracts of <i>Capsicum frutescens</i> (Pimenta Malagueta)	Molecules	Inglês	Brasil	2014	Nascimento et al.
Antimicrobial and Anti-Virulence Activity of Capsaicin Against Erythromycin-Resistant, Cell-Invasive Group A Streptococci	Frontiers in Microbiology	Inglês	Itália	2015	Marini et al.
Antimicrobial Activity of Selected Polyphenols and Capsaicinoids Identified in Pepper (<i>Capsicum annuum</i> L.) and Their Possible Mode of Interaction	Current Microbiology	Inglês	Algeria	2017	Mokhtar et al.
Impact of capsaicin, an active component of chili pepper, on pathogenic chlamydial growth (<i>Chlamydia trachomatis</i> and <i>Chlamydia pneumoniae</i>) in immortal human epithelial HeLa cells	Journal of Infection and Chemotherapy	Inglês	Japão	2017	Yamakawa et al.3
Supplementing capsaicin with chitosan-based films enhanced the anti-quorum sensing, antimicrobial, antioxidant, transparency, elasticity and hydrophobicity	International Journal of Biologicals Macromolecules	Inglês	Turquia	2018	Akyuz et al.
GC-EIMS analysis, antifungal and anti-aflatoxigenic activity of <i>Capsicum chinense</i> and <i>Piper nigrum</i> fruits and their bioactive compounds capsaicin and piperine upon <i>Aspergillus parasiticus</i>	Natural Product Research	Inglês	México	2018	Cantúa et al.

Resistance modulatory and efflux-inhibitory activities of capsaicinoids and capsinoids	Bioorganic Chemistry	Inglês	Espanha	2018	Prasch et al.
Capsaicin inhibitory effects on <i>Vibrio cholerae</i> toxin genes expression	Avicenna Journal of Phytomedicine	Inglês	Irã	2019	Erfanimanesh et al.
Capsaicin, an inhibitor of Ochratoxin A production by <i>Aspergillus</i> section <i>Nigri</i> strains in grapes (<i>Vitis vinifera</i> L.)	Food Additives & Contaminants: Part A	Inglês	Grécia	2019	Kollia et al.
Capsaicin and gingerol analogues inhibit the growth of efflux-multidrug resistant bacteria and R-plasmids conjugal transfer	Journal of Ethnopharmacology	Inglês	Reino Unido	2019	Oyedemi, Stapleton e Gibbons.
Effect of <i>Capsicum Frutescens</i> Extract, Capsaicin, and Luteolin on Quorum Sensing Regulated Phenotypes	Journal of Food Science	Inglês	Brasil	2019	Rivera et al.
Anti-Fouling and Anti-Bacterial Modification of Poly (vinylidene fluoride) Membrane by Blending with the Capsaicin-Based Copolymer	Polymers	Inglês	China	2019	Shen et al.
Unravelling the effects of the food components ascorbic acid and capsaicin as a novel anti-biofilm agent against <i>Escherichia coli</i>	Journal of Food Science and Technology	Inglês	Brasil	2019	Silva et al.
Inhibitory effect of <i>Capsicum chinense</i> and <i>Piper nigrum</i> fruits, capsaicin and piperine on aflatoxins production in <i>Aspergillus parasiticus</i> by downregulating the expression of <i>affD</i> , <i>affM</i> , <i>affR</i> , and <i>affS</i> genes of aflatoxins biosynthetic pathway	Journal of Environmental Science and Health, Part B	Inglês	México	2020	Cantúa et al.
Capsaicin derivatives with nitrothiophene substituents: Design, synthesis and antibacterial activity against multidrug-resistant <i>S. aureus</i>	European Journal of Medicinal Chemistry	Inglês	China	2020	Wang et al.
Evaluation of In Vitro Capsaicin Release and Antimicrobial Properties of Topical Pharmaceutical Formulation	Biomolecules	Inglês	Albania	2021	Goci et al.

Tabela 1: Informações sobre os artigos incluídos nesta revisão.

No total, a ação antimicrobiana da capsaicina foi avaliada frente a 27 espécies de micro-organismos, sendo a maioria bactérias Gram negativas (13), com destaque para *Escherichia coli*, seguido por espécies fúngicas (9), sendo *Aspergillus* o gênero mais frequente nos estudos, e bactérias Gram positivas (7), sendo *Staphylococcus aureus* a espécie mais frequente. A Tabela 2 apresenta os micro-organismos que foram incluídos em cada estudo, bem como a origem dos isolados.

Do total de artigos incluídos nesta revisão, 63% verificaram a ação antimicrobiana da capsaicina frente a cepas de referência de diferentes espécies, 23,8% utilizaram isolados clínicos e 14,2% espécies fitopatogênicas. Os artigos que apresentaram resultados promissores na avaliação da atividade antimicrobiana da capsaicina são apresentados na Tabela 3.

Em relação a origem da capsaicina utilizada nos artigos incluídos nesta revisão,

verificamos que a maioria (83,3%) foi de origem comercial e apenas três trabalhos (12,5%) utilizaram a capsaicina isolada pelos próprios autores, sendo que dois artigos utilizaram a capsaicina extraída da espécie *Capsicum frutescens* e um da espécie *Capsicum annum*. Somente um artigo (4,2%) não relatou a origem do composto utilizado nos testes.

Sobre as metodologias utilizadas para avaliar a ação antimicrobiana da capsaicina, verificamos que 66,6% dos estudos trabalharam com a microdiluição, 25% com disco de difusão, 4,2% com macrodiluição e 4,2% ensaios com células para micro-organismos intracelulares.

Microrganismo	Isolamento	Referência
<i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas solanacearum</i> , <i>Bacillus subtilis</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Cepa padrão (ATCC)	Molina-Torres, Chávez e Chávez 1998
<i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>C. parapsilosis</i>	Cepa padrão (ATCC)	Özçelik, Kartal e Orhan, 2011
<i>S. aureus</i>	Cepa padrão (ATCC)	Kalia et al., 2012
<i>Aspergillus flavus</i>	Isolado de campo	Limón et al. 2012
<i>Streptococcus mutans</i>	Cepa padrão (ATCC)	Santos et al. 2011
<i>Verticillium dahliae</i> , <i>V. tricorpus</i> <i>Botrytis cinérea</i> , <i>Rhizoctonia solan</i>	Isolado clínico	Veloso et al. 2012
<i>Penicillium expansum</i>	Isolado de campo	Fieira et al. 2013
<i>Porphyromonas gingivalis</i>	Cepa padrão (ATCC)	Zhou et al. 2013
<i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>C. albicans</i>	Cepa padrão (ATCC)	Nascimento et al. 2014
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Isolado clínico	Maríni et al. 2015
<i>Listeria monocytogenes</i> <i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>P. mirabilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>Bifidobacterium animalis sbsp lactis Bb12</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i>	Cepa padrão ATCC e isolado clínico	Mokhtar et al. 2017
<i>Chlamydia trachomatis</i> e <i>K. pneumoniae</i>	Cepa padrão ATCC e isolado clínico	Yamakawa et al. 2017
<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. microbilis</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>B. thuringiensis</i> , <i>S. enterica typhimurium</i> , <i>S. mutans</i>	Cepa padrão e ATCC	Akyuz et al. 2018
<i>A. parasiticus</i>	Cepa padrão ATCC	Cantúa et al. 2018
<i>Mycobacterium smegmatis</i>	Cepa padrão ATCC	Prasch et al. 2018
<i>Vibrio cholerae</i>	Cepa padrão ATCC	Erfanimanesh et al. 2019
<i>A. carbonarius</i> , <i>A. section Nigri</i>	Isolado de campo	Kollia et al. 2019
<i>S. aureus</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>Proteus sp.</i>	Isolado clínico	Oyedemi, Stapleton e Gibbons. 2019

<i>Chromobacterium violaceum</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>P. aeruginosa</i>	Cepa padrão	Rivera et al. 2019
<i>S. aureus</i>	Cepa padrão (ATCC)	Shen et al. 2019
<i>E. coli</i>	Cepa padro (ATCC)	Silva et al. 2020
<i>A. parasiticus</i>	Cepa padrão (ATCC)	Cantúa et al. 2020
<i>S. aureus</i>	Cepa padrão	Wang et al. 2020
<i>E. coli</i> , <i>B. cereus</i> , <i>S. typhi</i> , <i>S. aureus</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>C. albicans</i> , <i>C. parapsilosis</i> , <i>C. albicans</i> , <i>C. parapsilosis</i> , <i>C. krusei</i> .	Cepa padrão (ATCC)	Goci et al. 2021

Tabela 2: Micro-organismos avaliados nos artigos incluídos nesta revisão.

Microorganismo	Isolamento	Metodologia	Diluyente usado	Melhor atividade Antimicrobiana	Capsaicina	Referência
<i>S. aureus</i>	Cepa padrão	Microdiluição	Dimetil sulfoxido	1.2µg/ml.	Isolada	Nascimento et al., 2014
<i>E. coli</i>	Cepa padrão	Microdiluição	-	7 mM.	Comercial	Silva et al., 2020
<i>C. tropicalis</i>	Cepa padrão	Microdiluição	Etanol	3,968µg/mL.	Isolada	Goci et al., 2021
<i>V. dahliae</i>	Isolado de plantas	Inibição do crescimento radial	Metanol	0,25 mM.	Comercial	Veloso et al., 2012

Tabela 3- artigos que apresentaram resultados promissores na avaliação da atividade antimicrobiana da capsaicina.

4 | DISCUSSÃO

A resistência a antimicrobianos é um problema de saúde pública mundial, pois reduz consideravelmente as opções de antimicrobianos disponíveis para o tratamento de infecções em humanos, animais e plantas, causando prejuízos à saúde, ao agronegócio e a economia (DODDS, 2016). Diante disso, tem-se observado um aumento significativo de pesquisas buscando compostos naturais que apresentem ação antimicrobiana, especialmente na última década (OTUNOLA et al., 2016; ROMULO et al., 2018; LEJA et al., 2020). Fato este confirmado por esta revisão, cuja maioria dos artigos que avaliaram ação da capsaicina foram publicados nos últimos 10 anos, sendo o ano de 2019 o que teve a maior quantidade de publicações (25%).

Muitos desses compostos naturais já possuem outras ações farmacológicas conhecidas como é o caso da capsaicina (ADASZEK et al., 2018). Esta revisão de literatura apresenta artigos que indicam que a capsaicina pode ser uma aposta promissora no combate a micro-organismos patogênicos.

Esta revisão aponta algumas diferenças metodológicas e de resultados entre os trabalhos que avaliaram ação antimicrobiana da capsaicina ao longo dos anos. Molina-Torres, Chavez e Chavez (1998) utilizaram a metodologia de macrodiluição e a versão da capsaicina utilizada foi a comercial. Os valores da Concentração Inibitória Mínima (CIM) neste estudo variaram de 200 a 300 µg/mL para os micro-organismos como *E. coli*, *P.*

solanacearum, *B. subtilis* e *S. cerevisiae*. Já em trabalhos mais recentes, como o de Goci et al. (2021), a metodologia utilizada foi a microdiluição em caldo e a capsaicina utilizada nos testes foi isolada da pimenta *Capsicum annuum*. As CIM encontradas foram relativamente baixas, ficando entre 0,312 e 10 µg/mL para isolados de *E. coli*, *B. cereus*, *Salmonella typhi*, *S. aureus*, *C. tropicalis*, *C. albicans*, *C. parapsilosis* e *C. krusei*.

Essa diferença de resultados entre os estudos pode ser justificada pela origem e pureza da capsaicina utilizada. Isso, porque, Molina-Torres e colaboradores (1998) utilizaram capsaicina comercial, cujo grau de pureza foi de 74,63%, ao passo que Goci e colaboradores (2021) avaliaram ação da capsaicina que eles extraíram do fruto. O fato de Molina-Torres e colaboradores (1998) não utilizarem uma capsaicina com pureza maior pode ter influenciado nos valores de CIM maiores do que aqueles encontrados por Goci et al. (2021).

Avaliando os resultados dos artigos por grupo de micro-organismos, verificamos que a capsaicina se mostrou promissora contra bactérias Gram positivas, com destaque para a espécie *S. aureus*, já que a CIM encontrada no estudo de Nascimento et al., (2014) foi de 1,2µg/mL. Espécies de bactérias Gram positivas são as principais responsáveis pelas Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS), estando relacionadas a elevadas taxas de mortalidade (INAGAKI et al., 2019). Além disso, o aumento de infecções por isolados resistentes, como *S. aureus* resistente à metilicina (MRSA), já é uma realidade em hospitais do mundo todo, dificultado o tratamento e aumentando as taxas de morbimortalidade (HORVÁTH et al., 2020). Diante disso, moléculas de origem natural com boa ação contra micro-organismos importantes no âmbito hospitalar trazem novas perspectivas para o tratamento de infecções.

Já Silva et al. (2019), através da técnica de microdiluição em caldo, verificaram uma boa ação antimicrobiana da capsaicina frente ao isolado clínico *E. coli*, cujo valor da CIM foi 7mM. Bactérias Gram negativas como *E. coli*, *P. aeruginosa* e *K. pneumoniae*, são conhecidas por apresentarem resistência a diversos fármacos como os betalactâmicos e carbapenêmicos (KAYE; POGUE., 2015; MOKHTAR et al., 2017). Contudo, a ação da capsaicina contra a cepa de referência de *E. coli* apresentou um bom resultado, indicando que essa molécula é um dos poucos compostos naturais (RIBEIRO et al., 2018) que apresentaram ação antimicrobiana frente a isolados de *E. coli*. Logo, faz-se necessários mais estudos com um número maior de isolados, incluindo aqueles provenientes de amostras clínicas, para confirmar o potencial antimicrobiano da capsaicina contra esse micro-organismo e qual o seu provável mecanismo de ação.

Em relação aos estudos que avaliaram a ação antimicrobiana da capsaicina frente a patógenos agrícolas, o trabalho de Veloso et. al (2014) encontrou o menor valor de CIM para o fungo *Verticillium dahliae*, (0,25 mM). Essa espécie fúngica pode acometer e destruir plantações inteiras de milho ou algodão, levando a grandes perdas agrícolas e prejuízos econômicos (ZHANG et al., 2020). É possível dizer que os resultados deste

estudo são promissores, pois a capsaicina além de se mostrar eficaz, é uma molécula com boa biodegradabilidade, sendo popularmente conhecida na cozinha de todo o mundo. Além disso, em comparação aos agrotóxicos convencionais, e baseado nos estudos já existentes, a capsaicina é benéfica à saúde humana (ADASZEK et al., 2018), podendo levar a diminuição do uso de aditivos químicos para o combate de pragas agrícolas.

Poucos são os estudos que avaliam ação antimicrobiana de produtos naturais frente a espécies de *Candida* (CORREIA et al., 2016; LAVAEE et al., 2018). Entretanto, tem se observado o surgimento de isolados resistentes as poucas classes de antifúngicos disponíveis para o tratamento de infecções, a exemplo da *C. auris* (DU et al., 2020). Nesta revisão, 25% dos artigos avaliaram a ação da capsaicina contra *Candida* spp., com destaque para o estudo de Goci et al., (2021), que utilizando a capsaicina isolada da pimenta *C. annuum*, encontrou um valor de CIM de 3968 µg/mL frente a isolados de *Candida tropicalis*. *C. tropicalis* é a segunda espécie não-*albicans* responsável por candidíase invasiva e acomete principalmente pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) com o sistema imunológico comprometido, apresentando maior prevalência na Ásia e na América Latina (OLIVEIRA et al., 2020).

Por fim, apesar da confirmação da ação antimicrobiana da capsaicina frente a diferentes patógenos, nenhum dos artigos incluídos nesta revisão determinaram o mecanismo de ação da molécula. Porém, acredita-se que a capsaicina provoque lise da parede celular e conseqüente morte celular (DORANTES et al., 2000). Entretanto, estudos são necessários para comprovar essa via de ação ou outra mais efetiva.

5 | CONCLUSÃO

Os resultados desta revisão mostram que a capsaicina se apresenta como uma promissora molécula com ação antimicrobiana contra micro-organismos importantes no ambiente hospitalar e para produção agrícola. Assim, faz-se necessário estudos que avaliem a ação *in vivo*, bem como sua toxicidade nas concentrações que inibiram o crescimento de micro-organismos, a fim de considerá-la como um possível fármaco para tratamento de infecções em humanos, animais e em plantações, minimizando as taxas de mortalidade e os prejuízos econômicos para o sistema de saúde e agronegócio.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal de Uberlândia pela bolsa de Iniciação Científica concedida à Maria Gabriela Ferreira. Agradecemos também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela disponibilidade das bases de dados para busca de artigos científicos (Código de Financiamento 001).

REFERÊNCIAS

- ADASZEK, L. et al. **Properties of capsaicin and its utility in veterinary and human medicine.** *Res Vet Sci*, v. 123, p. 14-19, 2019.
- AKYUZ, L et al. **Supplementing capsaicin with chitosan-based films enhanced the anti-quorum sensing, antimicrobial, antioxidant, transparency, elasticity and hydrophobicity.** *Int J Biol Macromol*, v. 115, p. 438-446 (2018).
- BAENAS, N et al. **Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages.** *Food Chem*, v. 274, p. 872-885, 2019.
- BOUFRIDI, A; QUINN, R. J. **Harnessing the properties of natural products.** *Annu Rev Pharmacol Toxicol*, v.58, p. 451-470, 2018.
- BUITIMEA-CANTÚA, G. V. **GC-EIMS analysis, antifungal and anti-aflatoxic activity of *Capsicum chinense* and *Piper nigrum* fruits and their bioactive compounds capsaicin and piperine upon *Aspergillus parasiticus*.** *Nat Prod Res*, v. 34 n.10, p. 1452-1455, 2018.
- BUITIMEA-CANTÚA et al. **Inhibitory effect of *Capsicum chinense* and *Piper nigrum* fruits, capsaicin and piperine on aflatoxins production in *Aspergillus parasiticus* by downregulating the expression of *afl D*, *afl M*, *afl R*, and *afl S* genes of aflatoxins biosynthetic pathway.** *J Environ Sci Health B*, v. 55, n. 9, p. 835-843, 2020.
- CLSI – Clinical and Laboratory Standards Institute. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; Approved standard—Ninth Edition.** CLSI document M07-A10, 2018.
- CORREIA, A. F., et al. **Activity of crude extracts from Brazilian cerrado plants against clinically relevant *Candida* species.** *BMC Complement Altern Med*, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2016.
- Christaki, E; Marcou, M; Tofarides, A. **Antimicrobial resistance in bacteria: mechanisms, evolution, and persistence.** *J Mol Evol*, v. 88, n. 1, p. 26-40, 2020.
- DODDS, D. R. **Antibiotic resistance: A current epilogue.** *Biochem Pharmacol*, v. 134, p. 139-146, 2017.
- DORANTES L., S., **Inhibition of growth of some foodborne pathogenic bacteria by *Capsicum annum* extracts,** *Int J Food Microbiol*, v. 57, n. 1, p. 125-128, 2000
- DU, H., et al. **Candida auris: Epidemiology, biology, antifungal resistance, and virulence.** *PLoS Pathog*, v. 16, n.10, p. 1-18, 2020.
- ERFANIMANESH, S., et al. **Capsaicin inhibitory effects on *Vibrio cholerae* toxin genes expression.** *Avicenna Journal of Phytomedicine*, v. 9, n.3, p. 187-194, 2019.
- FIEIRA, C. et al. **In vitro and in vivo antifungal activity of natural inhibitors against *Penicillium expansum*.** *Food Sci Technol*, n. 33, p. 40-46, 2013.
- FÜCHTBAUER, S., et al. **Antibacterial properties of capsaicin and its derivatives and their potential to fight antibiotic resistance—A literature survey.** *Eur J Microbiol Immunol*, v. 11 n. 1, p. 10-17, 2021.

GOCI, E. et al. **Evaluation of In Vitro Capsaicin Release and Antimicrobial Properties of Topical Pharmaceutical Formulation.** *Biomolecules*, v. 11 n. 3, p. 1-10, 2021.

HORVÁTH, A., et al. **Characterisation of antibiotic resistance, virulence, clonality and mortality in MRSA and MSSA bloodstream infections at a tertiary-level hospital in Hungary: A 6-year retrospective study.** *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, v. 19, n. 1, p. 1-11, 2020.

INAGAKI, K., et al. **Methicillin-susceptible and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* bacteremia: nationwide estimates of 30-day readmission, in-hospital mortality, length of stay, and cost in the United States.** *Clin Infect Dis*, v. 69, n. 12, p. 2112-2118, 2019.

KALIA, N. P et al. **Capsaicin, a novel inhibitor of the NorA efflux pump, reduces the intracellular invasion of *Staphylococcus aureus*.** *J Antimicrob Chemother*, v. 67, n. 10, p. 2401-2408, 2012.

KAYE, K. S., POGUE, J. M. **Infections caused by resistant Gram-negative bacteria: epidemiology and management.** *Pharmacotherapy: Pharmacotherapy*, v.35, n. 10, p. 949-962, 2015.

KOLLIA, E., et al. **Capsaicin, an inhibitor of Ochratoxin A production by *Aspergillus* section *Nigri* strains in grapes (*Vitis vinifera* L.).** *Food Addit Contam Part A*, v. 36, n. 11, p. 1709-1721, 2019.

LAVAE, F et al. **Antifungal effect of the bark and root extracts of *Punica granatum* on oral *Candida* isolates.** *Curr Med Mycol.*, v. 4, n. 4, p. 20-24, 2018.

LAWAL, T. O. et al. **Natural products and traditional medicines for the treatment of multidrug resistant bacteria.** *Med Res Arch*, v. 1, p. 1-22, 2018.

LEJA, K., et al. **Comparative evaluation of *Piper nigrum*, *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus* and *Juniperus communis* L. essential oils of different origin as functional antimicrobials in foods.** *Foods*, v. 9, n. 2, p. 141-148, 2020.

MARINI, E., et al. **Antimicrobial and anti-virulence activity of capsaicin against erythromycin-resistant, cell-invasive group a streptococci.** *Front Microbiol*, v. 6, p. 1-7, 2015.

MENDES, K. D. S., SILVEIRA, R. C. D. C. P., GALVÃO, C. M. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem.** *Texto & contexto-enfermagem*, v. 17, p. 758-764, 2008.

MORENO-LIMÓN, S., et al. **Efecto antifúngico de capsaicina y extractos de chile piquín (*Capsicum annuum* l. var *aviculare*) sobre el crecimiento *in vitro* de *Aspergillus flavus*.** *Polibotánica*, v. 34, p. 191-204, 2012.

MOKHTAR, M., et al. **Antimicrobial activity of selected polyphenols and capsaicinoids identified in pepper (*Capsicum annuum* L.) and their possible mode of interaction.** *Curr Microbiol*, v. 74, n. 11, p. 1253-1260, 2017.

MOLINA-TORRES, J; CHÁVEZ G. A; RAMÍREZ-CHÁVEZ, R. E. **Antimicrobial properties of alkamides present in flavouring plants traditionally used in Mesoamerica: affinin and capsaicin.** *J Ethnopharmacol*, v. 64, n. 3, p. 241-248, 1999.

- NASCIMENTO, P. L. et al. **Quantification, antioxidant and antimicrobial activity of phenolics isolated from different extracts of *Capsicum frutescens* (Pimenta Malagueta).** *Molecules*, v. 19, n. 4, p. 5434-5447, 2014.
- NIKOLIĆ, M. M., et al. **Antimicrobial synergism and cytotoxic properties of *Citrus limon* L., *Piper nigrum* L. and *Melaleuca alternifolia* (Maiden and Betche) Cheel essential oils.** *J Pharm Pharmacol*, v.69, n. 11, p. 1606-1614, 2017.
- OLIVEIRA, P. M. N. et al. **Surveillance of multidrug-resistant bacteria in pediatric and neonatal intensive care units in Rio de Janeiro State, Brazil.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 52, 2019.
- OLIVEIRA, J. S. D. et al. **The yeast, the antifungal, and the wardrobe: a journey into antifungal resistance mechanisms of *Candida tropicalis*.** *Can J Microbiol*, v. 66 n. 6, p. 377-388, 2020.
- OTUNOLA, G. A., et al. **Characterization, antibacterial and antioxidant properties of silver nanoparticles synthesized from aqueous extracts of *Allium sativum*, *Zingiber officinale*, and *Capsicum frutescens*.** *Pharmacogn Mag*, v. 13, n. 2, p. 201, 2017.
- OYEDEMI, B. O., et al. **Capsaicin and gingerol analogues inhibit the growth of efflux-multidrug resistant bacteria and R-plasmids conjugal transfer.** *J Ethnopharmacol*, v. 245, p. 1-9, 2019.
- ÖZÇELİK, B; KARTAL, M; ORHAN, I. **Cytotoxicity, antiviral and antimicrobial activities of alkaloids, flavonoids, and phenolic acids.** *Pharm Biol*, v. 49, n. 4, p. 396-402, 2011.
- PRASCH, S. et al. **Resistance modulatory and efflux-inhibitory activities of capsaicinoids and capsinoids.** *Bioorg Chem*, v. 82, p. 378-384, 2019.
- RIBEIRO, I. C. D. O., et al. **Plants of the Cerrado with antimicrobial effects against *Staphylococcus* spp. and *Escherichia coli* from cattle.** *BMC Vet Res*, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2018.
- RIVERA, M. L. C., et al. **Effect of *Capsicum frutescens* extract, capsaicin, and luteolin on quorum sensing regulated phenotypes.** *J Food Sci*. v. 84, n. 6, p. 1477-1486, 2019.
- ROMULO, A., et al. **Screening of in vitro antimicrobial activity of plants used in traditional Indonesian medicine.** *Pharm Biol*, v. 56, n. 1, p. 287-293, 2018.
- SANTOS, M. M. P., et al. **Antibacterial activity of *Capsicum annum* extract and synthetic capsaicinoid derivatives against *Streptococcus mutans*.** *J Nat Med*, v. 66, n. 2, p. 354-356, 2012.
- SHEN, X. et al. **Anti-fouling and anti-bacterial modification of poly (vinylidene fluoride) membrane by blending with the capsaicin-based copolymer.** *Polymers*, v. 11 n. 2, p. 1-17, 2019.
- SILVA, et al. **Unravelling the effects of the food components ascorbic acid and capsaicin as a novel anti-biofilm agent against *Escherichia coli*.** *J Food Sci Technol*, v. 57, n. 3, p. 1013-1020, 2020.
- SOUZA, M. T. D; SILVA, M. D. D; CARVALHO, R. D. **Revisão integrativa: o que é e como fazer.** *Einstein (São Paulo)*, v. 8, p. 102-106, 2010

UARROTA, V. G. et al. **Factors affecting the capsaicinoid profile of hot peppers and biological activity of their non-pungent analogs (Capsinoids) present in sweet peppers.** *Crit Rev Food Sci Nutr*, v. 61, n. 4, p. 649-665, 2021.

VELOSO, J., et al. **Properties of capsaicinoids for the control of fungi and oomycetes pathogenic to pepper.** *Plant Biol*, v.16, n. 1, p. 177-185, 2014.

WANG, L. et al. **Antimicrobial activities of Asian ginseng, American ginseng, and notoginseng.** *Phytother Res*, v. 34, n. 6, p. 1226-1236, 2020.

YAMAKAWA, et al. **Impact of capsaicin, an active component of chili pepper, on pathogenic chlamydial growth (*Chlamydia trachomatis* and *Chlamydia pneumoniae*) in immortal human epithelial HeLa cells.** *J Infect Chemother.*, v. 24, n. 2, p. 130-137, 2018.

ZHANG, J. et al. (2020). **Dynamic infection of *Verticillium dahliae* in upland cotton.** *Plant Biol*, v. 22, n. 1, p. 90-105, 2020.

ZHOU, Y. et al. **Capsaicin inhibits *Porphyromonas gingivalis* growth, biofilm formation, gingivomucosal inflammatory cytokine secretion, and in vitro osteoclastogenesis.** *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, v. 33, n. 2, p. 211-219, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acinetobacter baumannii 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48

Amazônia 18

Amido 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 137

Amilases 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78

B

Bactérias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 22, 23, 24, 25, 38, 40, 45, 46, 49, 50, 51, 54, 55, 60, 63, 70, 81, 82, 89, 91, 92, 93, 94, 98, 100, 110, 119, 120, 121, 122, 130, 134, 135, 138, 140, 142, 144, 145

Bactérias Gram negativas 55, 63

Bactérias Gram positivas 55

Bactérias simbióticas 49

Barbatimão 134, 135, 136, 142, 145, 146

Billings 106, 107, 108, 109, 110

Biodigestão anaeróbica 116, 119, 121, 124, 125

Bioenergia 116, 127

Biofilme 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Biosurfactante 92, 95, 98, 99, 100, 105

C

Capsaicina 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66

Caracterização morfocultural 49, 53

Cemitério 14, 15, 17, 18, 19

Cerrado 65, 67, 134, 135, 136, 137, 145, 146

Clostridium difficile 81

Coliformes 14, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 110, 115

Contaminação 7, 14, 17, 19, 24, 25, 92, 114, 117, 141

E

Enterobactérias 106, 108, 112, 114

Enzimas 11, 44, 69, 70, 73, 74, 75, 77, 78, 98, 120

Esporotricose 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35

F

Farinha de mandioca 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27

Fungos 25, 33, 34, 50, 55, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 81, 130, 134, 135, 142, 144, 146

H

Hidrólise de milho 75

I

Infecções associadas 38, 40, 41, 42

Ivermectina 130, 132

K

Klebsiela sp 81

M

Metano 116, 118, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 128

P

Patógenos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 30, 55, 63, 64, 129, 130, 132, 134, 135, 141, 142

Pediculoses 130

Petróleo 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101

Pets não convencionais 130, 132

Piolhos 129, 130, 131, 132

Prevenção e controle 38, 40, 45, 147

Proteus sp 61, 81

R

Ramnolipídeos 92

Reservatório 7, 15, 25, 106, 107, 108

Resistência antimicrobiana 38, 40, 42, 56

S

Segurança alimentar 20, 25, 27

Sepsis 81, 90

Serratia sp 81

Sporothrix brasiliensis 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37

Stryphnodendron sp 134, 135, 140

T

Transmissão felina 28, 30

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021