



# PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

---

Danyelle Andrade Mota  
Clécio Danilo Dias da Silva  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022



# PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

---

Danyelle Andrade Mota  
Clécio Danilo Dias da Silva  
(Organizadores)

  
Atena  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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 Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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 Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



## Produção científica em ciências biológicas

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Danyelle Andrade Mota  
Clécio Danilo Dias da Silva

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 Produção científica em ciências biológicas / Organizadores  
Danyelle Andrade Mota, Clécio Danilo Dias da Silva. –  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0021-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.219223003>

1. Ciências biológicas. I. Mota, Danyelle Andrade  
(Organizadora). II. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador).  
III. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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

As Ciências Biológicas, assim como as diversas áreas da Ciência, passam por constantes transformações, as quais são determinantes para o seu avanço científico. A produção científica tem papel essencial na avaliação da ciência, pois sustenta a avaliação qualitativa e quantitativa. A avaliação da produção científica permite inferir sobre os movimentos de institucionalização e desenvolvimento da pesquisa em campos científicos, períodos e contextos específicos. Além de permitir o entendimento dos processos de produção, difusão e uso do conhecimento, também pode orientar o desenvolvimento e a adaptação de políticas científicas, tecnológicas e de inovação.

Nessa perspectiva, o e-book “Produção Científica em Ciências Biológicas”, é uma obra composta de uma série de investigações e contribuições nas diversas áreas de conhecimento que interagem nas Ciências Biológicas, com uma leitura rápida, dinâmica e cheia de possibilidades de aprendizado. Assim, o e-book é para todos os profissionais pertencentes às Ciências Biológicas e suas áreas afins, especialmente, aqueles com atuação no ambiente acadêmico e/ou profissional.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz neste e-book, objetiva apresentar ao leitor a diversidade de temáticas inerentes as áreas da Saúde, Meio Ambiente, Biodiversidade, Biotecnologia e Educação, como pilares estruturantes das Ciências Biológicas. Por fim, desejamos que a obra contribua para o enriquecimento da formação universitária e da atuação profissional, com uma visão multidimensional com o enriquecimento de novas atitudes e práticas multiprofissionais nas Ciências Biológicas.

Agradecemos aos autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, e juntos, convidamos os leitores para desfrutarem as publicações.

Danyelle Andrade Mota  
Clécio Danilo Dias da Silva




## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE PLANTAS E DERIVADOS SOBRE MICRORGANISMOS PATOGENICOS DE ORIGEM ALIMENTAR: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**


Dayane de Melo Barros  
Marcelino Alberto Diniz  
Zenaide Severina do Monte  
Danielle Feijó de Moura  
Tamiris Alves Rocha  
Marllyn Marques da Silva  
Talismania da Silva Lira Barbosa  
Cléidiane Clemente de Melo  
Taciane Paulina da Silva  
Diego Ricardo da Silva Leite  
Tâmara Thaiane Almeida Siqueira  
André Severino da Silva  
Cleiton Cavalcanti dos Santos  
Andreza Roberta de França Leite  
Hélen Maria Lima da Silva  
Silvio Assis de Oliveira Ferreira  
Fábio Henrique Portella Corrêa de Oliveira  
Juliane Suelen Silva dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2192230031>

### **CAPÍTULO 2..... 9**

#### **EFEITO ANTIOXIDANTE E ANTICÂNCER DA QUERCETINA NA PREVENÇÃO E REPARAÇÃO DE CELULAS CANCERIGENAS**

Fabricio de Jesus Mendes  
Lustarllone Bento de Oliveira  
João Marcos Torres do Nascimento Mendes  
Águida Maiara de Brito  
Gabriel Lipinski de Farias  
Anna Heloísa Lemos Barbosa  
Paula Lauane Araújo  
Thâmara Machado e Silva  
Giselle da Paz Cavalcanti  
Joselita Brandão de Sant'Anna  
Tulio Cesar Ferreira  
Alexandre Pereira dos Santos  
Melissa Cardoso Deuner


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2192230032>

### **CAPÍTULO 3..... 25**

#### **POTENCIAL FARMACOLÓGICO DA PRÓPOLIS E SEU USO**

Willams Alves da Silva  
Vanessa Gomes Amaral Almeida


Sônia Pereira Leite  
Mary Anne Medeiros Bandeira  
Janayze Suéllen de Lima Mendes Silva  
Renatha Claudia Barros Sobreira  
Marlon Claudener dos Santos Dantas  
Pedro Victor da Rocha Noé  
Juliana de Paula dos Santos Silva  
Isabela Malta Maranhão  
Larissa Temoteo de Albuquerque  
Kristiana Cerqueira Mousinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2192230033>

## **CAPÍTULO 4..... 35**

### **POTENCIAL FARMACOLÓGICO DO *Croton heliotropiifolius* E SEU USO**


Willams Alves da Silva  
Vanessa Gomes Amaral Almeida  
Sônia Pereira Leite  
Mary Anne Medeiros Bandeira  
Janayze Suéllen de Lima Mendes Silva  
Renatha Claudia Barros Sobreira  
Marlon Claudener dos Santos Dantas  
Pedro Victor da Rocha Noé  
Juliana de Paula dos Santos Silva  
Isabela Malta Maranhão  
Kayo Costa Alves  
Kristiana Cerqueira Mousinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2192230034>

## **CAPÍTULO 5..... 45**

### **AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE QUEIJO COALHO COMERCIALIZADO NA FEIRA DA MANAUS MODERNA**

Gabriel José da Silva Serra  
Caroline Sobrinho Barros  
Gisele Macedo Souza  
Hudson Batista da Costa  
Ricardo Felipe de Souza Caramês


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2192230035>

## **CAPÍTULO 6..... 58**

### **AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO BACTERIANO POR CITOMETRIA DE FLUXO E PRODUÇÃO DE ANTÍGENOS SECRETADOS DE DIFERENTES CEPAS DE *Corynebacterium pseudotuberculosis***

Caio Lopes Borges Andrade  
Lília Ferreira de Moura Costa  
Ramon Mendes dos Santos  
Rogério Reis Conceição  
Luiz Gustavo Freitas Oliveira


Allan Souza dos Santos  
Mariane Melo dos Santos  
Alex José Leite Torres  
Maria da Conceição Aquino de Sá  
Fulvia Soares Campos de Sousa  
Marcos Borges Ribeiro  
Roberto José Meyer Nascimento  
Songeli Menezes Freire

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2192230036>

**CAPÍTULO 7..... 84**

**REVIEW ON MICROBIAL LEVAN: SOURCES AND POTENCIAL USES**


Beatriz Ferreira  
Camila Follador Lemos  
Fernanda Prehs Izar  
Thabata Maria Alvarez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2192230037>

**CAPÍTULO 8..... 98**

**METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA O DIAGNÓSTICO DA ESTRUTURA DAS  
COMUNIDADES DE MELIPONÍNEOS (APIDAE; MELIPONINI) NA MATA ATLÂNTICA**

Marília Dantas e Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2192230038>

**CAPÍTULO 9..... 107**

**OCORRÊNCIA DE *Bemisia tabaci* NA CULTURA DA VIDEIRA NO NORDESTE**

Vanessa Gomes Amaral Almeida  
Nayana Bruschi Infante  
Willams Alves da Silva  
Marlon Claudener dos Santos Dantas  
Pedro Victor da Rocha Noé  
Isabela Malta Maranhão  
Kayo Costa Alves  
Juliana de Paula dos Santos Silva  
Janayze Suéllen de Lima Mendes Silva  
Mary Anne Medeiros Bandeira  
Sônia Pereira Leite  
Kristiana Cerqueira Mousinho


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2192230039>

**CAPÍTULO 10..... 115**

**DEMANDA DE CONSULTAS DERMATOLÓGICAS E A OCORRÊNCIA DE SARNA  
DEMODÉCICA E SARCÓPTICA DOS CÃES ATENDIDOS EM JARAGUÁ DO SUL, SANTA  
CATARINA, BRASIL**

Charlene Ediane Longhi  
Daniela Brecht  
Carlos Eduardo Nogueira Martins

Marlise Pompeo Claus  
Viviane Milczewski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300310>

**CAPÍTULO 11..... 124**

**CARACTERIZAÇÃO DA MICROBIOTA FÚNGICA NAS CLÍNICAS E CENTRO CIRÚRGICO DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS (UFAM)**


Eduardo Aroucha Roland  
Sônia Maria da Silva Carvalho  
Maria Ivone Lopes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300311>

**CAPÍTULO 12..... 140**

**OCORRÊNCIA DE ORGANISMOS PATOGÊNICOS PRESENTES NA ÁGUA E NAS FEZES DE CANIS LUPUS FAMILIARIS DA REGIÃO DE CURITIBA-PR, BRASIL**


Adriele da Costa Trindade  
Isabella Santos Delavy  
Jean Carlos Machado da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300312>

**CAPÍTULO 13..... 147**

**PRINCIPAIS ENTEROPARASIToses EM CRIANÇAS DE IDADE ESCOLAR NO BRASIL**


João Augusto Müller Pereira  
Karina Rodrigues Irigoyen  
Rafaely Piccioni Rosado  
Laura Silva de Vasconcellos  
Anna Müller Pereira  
Débora Liliâne Walcher  
Letícia Fiss

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300313>

**CAPÍTULO 14..... 152**

**MODELOS EXPERIMENTAIS DE CICATRIZAÇÃO: ESTUDOS *IN VITRO* E *IN VIVO***

Airton Vicente Pereira  
Gisele de Oliveira Krubniki Possa  
Rayza Assis de Andrade  
Solange Chopek  
Wesley Rogerio Negri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300314>

**CAPÍTULO 15..... 169**

**A IMPORTÂNCIA DAS RIZOBACTÉRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA *Parkia multijuga Benth***

Ila Nayara Bezerra da Silva  
Monyck Jeane dos Santos Lopes  
Beatriz Silva Santiago


Ely Simone Cajueiro Gurgel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300315>

**CAPÍTULO 16..... 177**

DERIVA NATURAL DE LAS ESPECIES DEL GENERO *Scytalopus* (RHINOCRYPTIDAE: AVES, PASSERIFORMES) EN FUNCIÓN DE SU UMWELT

Alejandro Correa Rueda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300316>

**CAPÍTULO 17..... 188**

TEMPO DE DESENVOLVIMENTO PÓS-EMBRIONÁRIO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DAS FASES IMATURAS DE *Nasonia vitripennis* (WALKER, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae) EM PUPAS DE *Chrysomya megacephala* (FABRICIUS, 1794) (Diptera: Calliphoridae)

Barbara Proença do Nascimento

Antonia de Castro Ribeiro

Valéria Magalhães Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300317>

**CAPÍTULO 18..... 199**

ESTOQUE DE CARBONO EM FRAGMENTOS DE FLORESTAS ESTACIONAIS DO MS

Rita de Cassia Gonçalves Marques

Ana Beatriz Barros da Silva

Danielly Fernandez Silva

Gabrielli Duarte dos Santos

Isabella Giunco Estigarribia

Karen Rhaiza Schmidt Tavares


Luana Daviny dos Santos Silva

Luciana da Cruz Cortes

Nathalya Alice de Lima

Joab Doria Domingos

Zefa Valdivina Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300318>

**CAPÍTULO 19..... 205**

DESAFIOS NA TRILHA: UM JOGO DIDÁTICO SOBRE O PASSADO E O PRESENTE DAS PTERIDÓFITAS

Geneildes Cristina de Jesus Santos


Adriana Pereira da Cruz

Lúcia Silva Correia

Luciara da Silva Aguiar

Silvana Rodrigues Moraes

Claudia Scareli-Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300319>


**CAPÍTULO 20..... 219**

O USO DO WEBSITE [www.geneticafacil.org](http://www.geneticafacil.org) COMO FERRAMENTA DIGITAL NO ENSINO

# E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DE ASSUNTOS RELACIONADOS À GENÉTICA

Rogério Carlos Novais

Monica Antonia Saad Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21922300320>

<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>227</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>228</b>

# CAPÍTULO 2

## EFEITO ANTIOXIDANTE E ANTICÂNCER DA QUERCETINA NA PREVENÇÃO E REPARAÇÃO DE CELULAS CANCERIGENAS

Data de aceite: 01/02/2022

### **Fabricio de Jesus Mendes**

Universidade Paulista – Campus Brasília  
Brasília, DF  
<http://lattes.cnpq.br/4642009710894846>

### **Lustarllone Bento de Oliveira**

Faculdade Anhanguera de Brasília – Unidade  
Taguatinga  
Taguatinga, DF  
<http://lattes.cnpq.br/8523196791970508>

### **João Marcos Torres do Nascimento Mendes**

UNICEPLAC - União Educacional do Planalto  
Central  
Gama, DF.  
<http://lattes.cnpq.br/6492142661477865>

### **Águida Maiara de Brito**

Faculdade Anhanguera de Brasília – Unidade  
Taguatinga  
Taguatinga, DF  
<http://lattes.cnpq.br/9974074193835939>

### **Gabriel Lipinski de Farias**

Faculdade Anhanguera de Brasília – Unidade  
Taguatinga  
Taguatinga, DF  
<http://lattes.cnpq.br/5462125337413000>

### **Anna Heloísa Lemos Barbosa**

Faculdade LS – Unidade Taguatinga  
Taguatinga, DF  
<http://lattes.cnpq.br/9031850669170858>

### **Paula Lauane Araújo**

Universidade de Brasília – Campus Gama,  
Gama, DF  
<http://lattes.cnpq.br/4518970225359639>

### **Thâmara Machado e Silva**

Faculdade Anhanguera de Brasília – Unidade  
Taguatinga  
Taguatinga, DF  
<http://lattes.cnpq.br/5884172366712671>

### **Giselle da Paz Cavalcanti**

Universidade Paulista – Campus Brasília  
Brasília, DF  
<http://lattes.cnpq.br/9772721787112443>

### **Joselita Brandão de Sant’Anna**

Faculdade Anhanguera de Brasília – Unidade  
Taguatinga  
Taguatinga, DF  
<http://lattes.cnpq.br/7307926945059462>

### **Tulio Cesar Ferreira**

Centro Universitário ICESP – Unidade Águas  
Claras  
Águas Claras, DF  
<http://lattes.cnpq.br/8973534977251583>

### **Alexandre Pereira dos Santos**

Centro Universitário ICESP – Unidade Águas  
Claras  
Águas Claras, DF  
<http://lattes.cnpq.br/2750971103839625>

### **Melissa Cardoso Deuner**

Faculdade Anhanguera de Brasília – Unidade  
Taguatinga  
Taguatinga, DF  
<http://lattes.cnpq.br/1858895763510462>

**RESUMO:** A quercetina é o principal flavonoide da dieta humana e vem sendo estudada a algumas décadas. Encontrada em frutos, vegetais e bebidas é um composto bastante eficaz na proteção de células e outras moléculas principalmente através da captura de espécies reativas de oxigênio (ROS). É uma molécula com funções antioxidante, anti-inflamatória e anticâncer, sua ação não está somente na proteção de células saudáveis, mas também na reparação ou destruição de células tumorais através de vários mecanismos e diferentes vias, como: apoptose, bloqueando proteínas anti-apoptóticas e liberando proteínas pró-apoptóticas, Necroptose também pode ser regulada de maneira controlada através de vias de transdução de sinal definidas causando graves lesões nas células tumorais e destruindo-as por necrose, também promove um aumento na autofagia estimulando uma maior ciclagem de nutrientes na célula, bloqueando a multiplicação celular tumoral e inibindo a angiogênese de células tumorais, bloqueando o canal para o avanço de metástase. Estudar e pesquisar a ação da quercetina em diversas linhagens de células cancerígenas e suas vias metabólicas de ação nas inúmeras funções exercidas por essa molécula é fundamental em pesquisas para o tratamento antineoplásico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Quercetina, Câncer, Apoptose, Autofagia, Antioxidante, Anticâncer, Células cancerígenas, Necroptose.

## ANTIOXIDANT AND ANTICANCER EFFECT OF QUERCETIN IN THE PREVENTION AND REPAIR OF CANCER CELLS

**ABSTRACT:** Quercetin is the main flavonoid in the human diet and has been studied for a few decades. Found in fruits, vegetables and beverages, it is a very effective compound in protecting cells and other molecules mainly through the capture of reactive oxygen species (ROS). It is a molecule with antioxidant, anti-inflammatory and anticancer functions, its action is not only in the protection of healthy cells, but also in the repair or destruction of tumor cells through several mechanisms and different pathways, such as: apoptosis, blocking anti-apoptotic proteins and releasing pro-apoptotic proteins, Necroptosis can also be regulated in a controlled manner through defined signal transduction pathways causing severe damage to tumor cells and destroying them by necrosis, it also promotes an increase in autophagy stimulating a greater cycling of nutrients in the cell, blocking tumor cell multiplication and inhibiting tumor cell angiogenesis, blocking the channel for the advancement of metastasis. Studying and researching the action of quercetin on various cancer cell lines and their metabolic pathways of action in the numerous functions performed by this molecule is fundamental in research for anticancer treatment.

**KEYWORDS:** Quercetin, Cancer, Apoptosis, Autophagy, Antioxidant, Anticancer, Cancer cells, Necroptosis.

## 1 | INTRODUÇÃO

O câncer é considerado um problema de saúde pública. No Brasil, a maior prevalência é o de mama para mulheres, enquanto para os homens o de próstata é o mais comum. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, em 2030, haverá 27 milhões de novos casos de câncer em todo o mundo e 17 milhões de mortes pela doença. Os países em



desenvolvimento serão os mais afetados, entre eles o Brasil (BRASIL, 2021).

É uma doença influenciada por fatores multifatoriais, sendo externas ou internas ao organismo, estando inter-relacionadas. As causas externas referem-se ao meio ambiente e aos hábitos/costumes próprios de uma sociedade, incluindo neste último, os hábitos alimentares da população. As causas internas, na maioria das vezes são pré-determinadas geneticamente estando associada à capacidade do organismo de se defender das causas externas. Com o crescente aumento de casos de câncer no mundo, a população vem se preocupando em mudar o estilo de vida e os hábitos alimentares.

Nas últimas décadas o número de pacientes portadores de câncer tem crescido exponencialmente em todo o mundo, segundo ao INCA (Instituto do câncer) no ano de 2018 ocorreram cerca de 18 milhões de novos casos em todo o planeta e 9,6 milhões de óbitos pela doença. No Brasil no ano de 2020 foram contabilizados 626,03 mil novos casos e 232 mil óbitos registrados, a neoplasia tem sido um grande desafio para ciência, em busca de novos tratamentos e maneiras mais eficientes de se confirmar o diagnóstico (INCA BRASIL, 2020).

Com o surgimento de novos estudos e pesquisas realizadas in vitro e in vivo com ajuda da tecnologia foram encontrados diversos fatores, que induzem o surgimento de tumores assim como sua proliferação e ganho de massa. O Aumento de alimentos industrializados, assim como o manuseio de produtos químicos de forma incorreta, exposição excessiva a materiais radioativos entre outros, tem contribuído para esse aumento extraordinário nos casos de câncer.

Após muitas pesquisas e experimentos foram desenvolvidos alguns tipos de tratamentos eficazes, porém muitos deles de extrema agressividade para o organismo humano como nos casos de uso de quimioterápicos e sessões de radioterapia. Entretanto também foram encontradas várias moléculas com ações antioxidantes que inibem ou corrigem mutações celulares pontuais podendo ser um dos grandes avanços da ciência em relação ao câncer. Uma delas é a quercetina, um flavonoide que possui ação antioxidante, anti-inflamatória e anticâncer. Que está presente em diversos alimentos em diferentes níveis de concentração.

O capítulo abordará a ação da quercetina nos diferentes mecanismos de reparação e inibição de células mutantes causadoras de tumores com grande concentração de massa.

## 2 | FLAVONOIDES

Os flavonoides são importantes compostos na dieta humana diária, mesmo sendo considerados sem valor nutritivo. Sua estrutura é constituída por um núcleo flavânico formado por 2 anéis benzênicos ligados por um anel pirano heterocíclico. São consumidos diariamente e estão presente em frutas, vegetais, bebidas e grãos. Seu consumo diário estipulado está entra 50 a 500 mg distribuídos em diferentes tipos: Auronas, calconas,

dihidrocalconas, flavonas (apegenina, lutedina, dosmetina) flavonóis (quercetina, miracetina, kaempfero). (BEHLING *et al.*, 2020)

Possuem importante papel, não só na dieta humana, mas também desempenham importantes funções em: folhas, flores e frutos, que podem ser de proteção contra os raios solares ou defesa contra fungos (BEHLING *et al.*, 2020).

Entre os medicamentos anticâncer e preventivos do câncer, os flavonóides são os mais estudados. São compostos que podem controlar diversas funções em etapas específicas do processo carcinogênico como a inibição da proliferação celular e indução de apoptose em diversas linhagens de células cancerígenas. Também demonstram uma substancial atividade antioxidante, não apenas por inibir a geração e a captura de espécies reativas de oxigênio (ROS), mas também por afetar a atividade de diversas enzimas desintoxicantes, como ciclooxigenases, lipoxigenases e óxido nítrico sintase induzível. Essa capacidade antioxidante dos flavonóides pode ser responsável por sua potência anticâncer. Os flavonóides também podem influenciar as alterações epigenéticas pela remodelação da cromatina (HASHEMZAEL *et al.*, 2017).

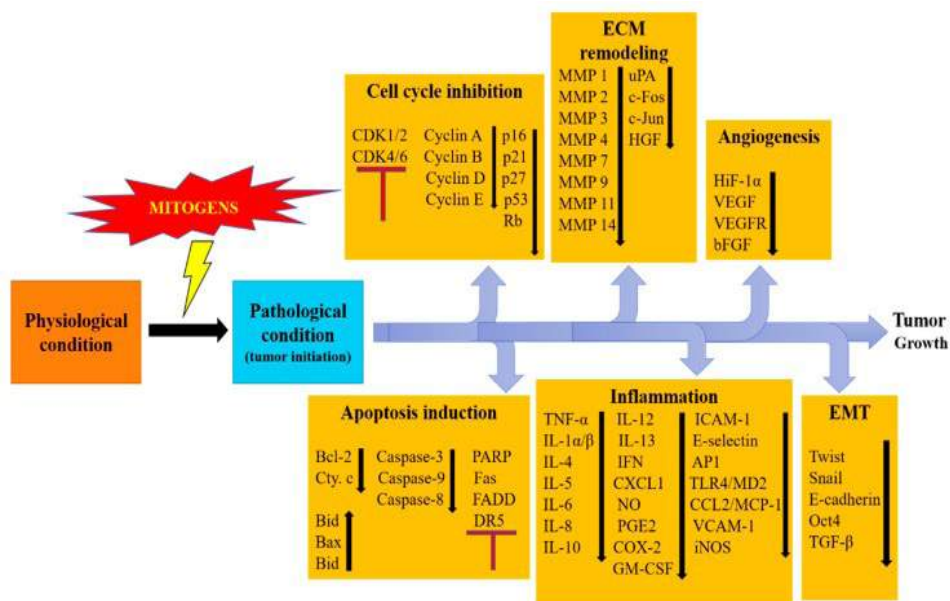


Figura 1. Efeitos dos flavonóides ligados ao câncer.

Fonte: KASHYAP *et al.*, 2019. Fisetin e Quercetin: Flavonóides promissores com potencial quimiopreventivo. Disponível em: Fisetin e Quercetin: Flavonóides promissores com potencial quimiopreventivo (nih.gov).

### 3 | QUERCETINA

A quercetina (3, 5, 7, 3', 4' pentahidroxi flavona) é uma molécula com potente ação

antioxidante, antiviral, anti-inflamatório anticâncer e psicoestimulante, pertence à classe dos flavonoides e desempenha inúmeras e importantes ações moleculares com diferentes funções que serão abordados neste estudo. O nome é usado desde 1857, e é derivado do *quercetum* (floresta de carvalho), em homenagem a *Quercus*. Em plantas é um inibidor de transporte de auxina polar de ocorrência natural (LI *et al.*, 2016).

Possui 5 hidroxilas anexadas nas posições 3, 5, 7, 3', e 4' e também um anel catecol que pode sofrer metabolização oxidativa até sem desmetilar, o que a torna uma molécula com grande capacidade de capturar elétrons e alto poder de interação com outras moléculas e células (LI *et al.*, 2016).

É o principal flavonoide consumido na dieta humana diária, é encontrada principalmente em sua forma glicosilada em vários tipos de alimentos como na cebola (284-486mg/kg), couve (100mg/kg), vagem (32 – 45mg/kg), brócolis (30mg/kg), tomate (14mg/kg), também é encontrada em bebidas como: Cerveja, café, vinhos e achocolatados, com teor mais baixo de 1mg/l com exceção do chá preto que mesmo estando classificado como bebida, teve a maior concentração entre elas com aproximadamente 10-25mg/l (BEHLING *et al.*, 2020).

A natureza da glicosilação é conhecida por influenciar a eficiência de sua absorção como a Quercetina (C<sub>15</sub>H<sub>10</sub>O<sub>7</sub>) é um aglycone, sem um açúcar ligado. É um brilhante cristal de agulha amarela citron e totalmente insolúvel em água fria, mal solúvel em água quente, mas bastante solúvel em álcool e lipídios. Um quercetin glicoside é formado anexando um grupo de glicosyl (um açúcar como glicose, rhamnose ou rutinose) como um substituto para um dos grupos OH (LI *et al.*, 2016).

A quercetina é um composto único devido ao seu alto potencial em combater diversas linhagens de câncer de uma maneira multidirecionada, estudos investigaram a atividade anticâncer da quercetina e obtiveram resultados surpreendentes. Tem sido relatado que a quercetina a várias concentrações e tempo de indução, suprime o crescimento de tumores de várias linhagens de células cancerígenas, incluindo câncer de mama, colo-rectal, estômago, cabeça e pescoço, pulmão, ovário, bexiga, melanoma e leucemia. Também inibe a liberação de P-glicoproteína na linha celular MCF-7 e aumenta a atividade anticâncer *in vitro* da adriamicina na linha celular de câncer de mama (HASHEMZAEL *et al.*, 2017).

Foi constatado que sua principal via de ação é por meio do mecanismo do domínio de morte celular na superfície celular o que leva a indução a apoptose de várias linhagens de células cancerígenas cessando assim seu crescimento e proliferação, envolvendo efeitos antioxidantes e a supressão do gene p53 e da proteína BCL-2 suprimindo a transcrição do gene, o que diminui os efeitos inibitórios da proteína BAD na mitocôndria, considerada o iniciador de apoptose via intrínseca. Quando o p53 é inibido, as células se tornam mais suscetíveis à citotoxicidade induzida pela quercetina. Além disso, a quercetina ativa o domínio que leva à ativação de FAS e FADD induzindo a morte celular em várias linhagens de células cancerosas por meio da ativação da caspase 8. Foi observado um aumento

significativo na taxa de sobrevivência e uma redução significativa no volume do tumor em animais tratados com quercetina (HASHEMZAEI *et al.*, 2017).

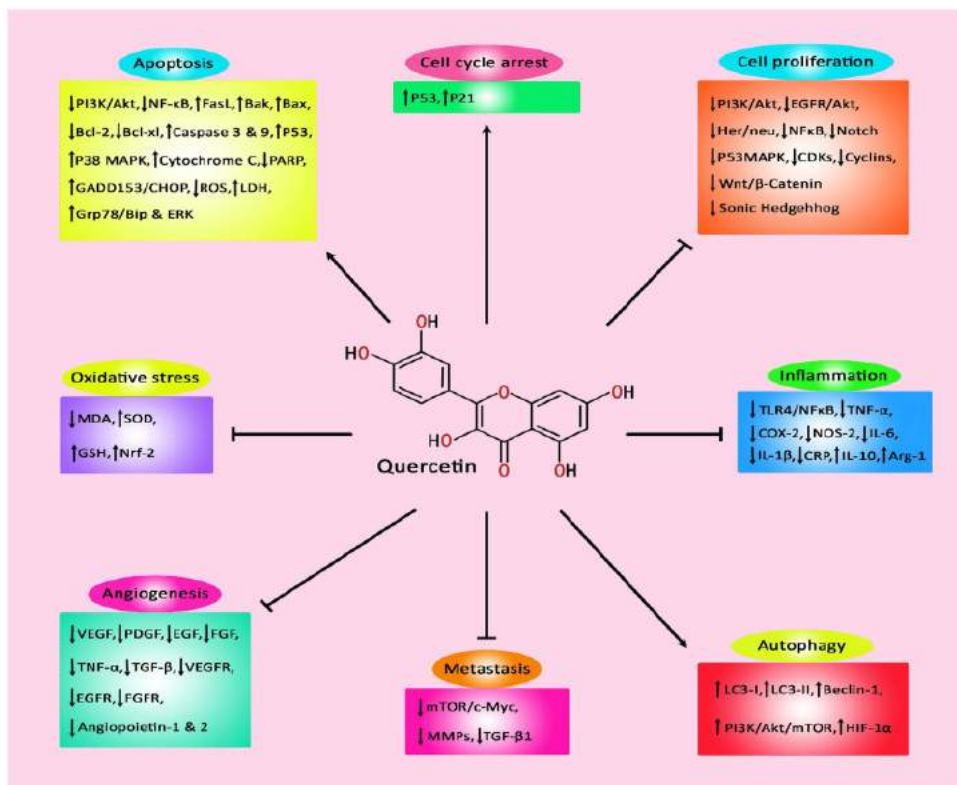


Figura 2. Funções da quercetina no metabolismo.

Fonte: FARD *et Al* 2021. Impacto emergente da quercetina no tratamento do câncer de próstata. Disponível em: *Impacto emergente da quercetina no tratamento do câncer de próstata - ScienceDirect*.

### 3.1 Ações metabólicas e formas encontradas

Após diversos estudos realizados em todo mundo, foram encontradas várias funções celulares únicas para a quercetina, que podem melhorar o desempenho mental/físico e reduzir o risco de infecção. Essas propriedades formam a base para potenciais benefícios para a saúde geral e resistência a doenças, incluindo atividades anticancerígenas, anti-inflamatórias, antivirais, antioxidantes e psicoestimulantes, bem como a capacidade de inibir a peroxidação lipídica, agregação plaquetária e permeabilidade capilar, e estimular a biogênese mitocondrial (LI *et al.*, 2016).

Como um excelente antioxidante *in vitro*, sua atividade antioxidante se manifesta principalmente afetando a glutathiona, atividade enzimática, espécies reativas de oxigênio (ROS) e regulando vias de transdução de sinal, como NFRB, MAPK e AMPK (FARIAS, 2019).

A quercetina também pode ativar apoptose através de uma via mitocondrial

envolvendo a ativação do caspase-3 e caspase-9 e pela liberação de citocromo c e decote de PAR PP em leucemia linfoblástica aguda (HPB-ALL e HL-60) e células cancerígenas da próstata (DU-145 e PC-3). Além disso, uma gama de estudos mostrou modulação proteica anti-apoptótica (Bcl-xL e Bcl-2) e modulação proteica pró-apoptótica (Bax) pela quercetina em células de cólon humano, adenocarcinoma e leucemia (POZO, 2019).

É um composto muito importante na proteção de células ou de outras moléculas como as proteínas. Os efeitos anticâncer da quercetina incluem sua capacidade de promover a perda de viabilidade celular, autofagia através da modulação de caminhos PI3K/Akt/mTOR, Wnt/ $\beta$ -catenin e MAPK/ERK1/2 (POZO, 2019).

Age também como um carniceiro ROS eficaz, e exerce os efeitos antioxidantes pela atividade de limpeza radical livre, reduzindo o nível ROS e inibindo a peroxidação lipídica. Não há dúvida de que a quercetina também pode desempenhar fortes efeitos anti-inflamatórios e reduzir o processo de inflamação (TANG *et al.*, 2020).

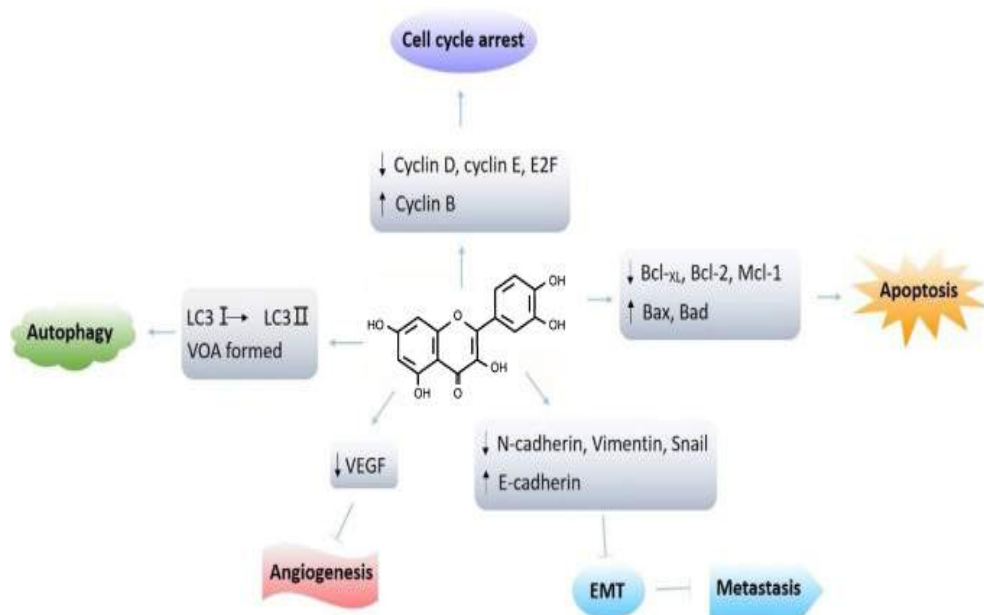


Figura 3. Efeito anticâncer da quercetina.

TANG *et al.*, 2020. Disponível em: Pharmacological basis and new insights of quercetin action in respect to its anti-cancer effects – ScienceDirect.

Geralmente é encontrado nos alimentos na forma glicosilada, às vezes, como -licosidase. A natureza da glicosilação é conhecida por influenciar a eficiência de sua absorção. Embora a quercetina-3-rutinosídeo seja uma forma importante da quercetina encontrada nos alimentos, a sua biodisponibilidade é de apenas 20% da quercetina-4'-glicosídeo (BEHNING *et al.*, 2020),

Um quercetin glicoside é formado anexando um grupo de glicosyl (um açúcar como glicose, rhamnose ou rutinose) como um substituto para um dos grupos OH O grupo glicosyl anexado pode alterar os efeitos solubilidade, absorção e *in vivo* (LI *et al.*, 2016).

Quando a quercetina é absorvida no trato gastrointestinal, é metabolizada por enzimas de fase II que estão nas células epiteliais do estômago e intestinos. Os metabólitos parecem se acumular nos tecidos após o consumo de vegetais ricos em quercetina (RAUF *et al.*, 2018).

O que nos mostra o caminho por onde a quercetina e seus derivados provavelmente são absorvidos pelo organismo, Entre os derivados da quercetina, as formas conjugadas de seus glicosídeos são melhor absorvidas do que a quercetina. Os glucósidos de quercetina purificados são capazes de interagir com os receptores de transporte de glicose dependentes de sódio no epitélio mucosa e, portanto, podem ser absorvidos pelo intestino delgado *in vivo* (LI *et al.*, 2016).

Após a absorção, a quercetina torna-se metabolizada em vários órgãos, incluindo intestino delgado, cólon, fígado e rim. Metabólitos formados no intestino delgado e fígado por enzimas de biotransformação incluem as formas metiladas, substituídas por sulfo e glucuronidas (HOLLMAN, 2009).

### **3.2 Células Cancerígenas**

São células que contém e acumulam algum erro grave que não pôde ser reparado pela maquinaria celular, desregulando assim sua replicação e crescimento, podendo acometer outras células, sejam elas próximas ou em locais mais distantes. A desregulamentação da proliferação celular é um pré-requisito para a carcinogênese. Uma única célula geneticamente alterada causa proliferação anormal, o que leva ao crescimento de uma população de células tumorais clonalmente derivadas. As células cancerígenas podem continuar a crescer e se dividem mesmo que não recebam os sinais químicos para este processo. As células normais, só realizam o processo de crescimento e divisão se receberem sinalização química de receptores específicos (POZO, 2019).

Nas células cancerosas, a reprogramação metabólica é regulada por várias vias, incluindo o fosfoinositide 3-quinase/proteína quinase B (PI3K/Akt), que promove um aumento da absorção de glicose e da glicólise. PI3K traduz o sinal através de mensageiros que ativam a Akt e, então, completamente ativo, a via PI3K/Akt regula a angiogênese celular, metabolismo, crescimento, proliferação, sobrevivência, síntese proteica, transcrição e a apoptose. Conseguem bloquear as vias apoptóticas impedindo assim a célula tumoral de ser destruída (POZO, 2019).

No entanto, para que isso seja possível, a produção de biomassa e energia são peças-chave para permitir e sustentar o crescimento e a expansão celular descontrolada. Como o ambiente tumoral é bastante limitado em nutrientes, é importante que essas células tenham um mecanismo para suportar a demanda energética por proliferação e

crescimento celular. Da mesma forma, foi descrito que uma mudança no metabolismo da glicose chamada “Efeito Warburg” que ocorre em células cancerosas (FARIAS 2019).

Em contraste, a maioria das células cancerígenas produzem grandes quantidades de lactato, independentemente da disponibilidade de oxigênio e, portanto, seu metabolismo é frequentemente referido como “glicólise aeróbica”. Warburg originalmente é a hipótese que as células cancerígenas desenvolvem um defeito nas mitocôndrias que leva à respiração aeróbica prejudicada e a uma dependência subsequente do metabolismo glicolítico (HEIDEN *et al.*, 2009).

Mesmo que as células tumorais produzam menos ATP e de forma menos eficiente, elas não param de se desenvolver e se proliferar de maneira lenta. O metabolismo da glicose ao lactato gera apenas 2 ATPs por molécula de glicose, enquanto a fosforilação oxidativa gera até 32 ATPs após a oxidação completa de uma molécula de glicose. Isso nos sugere a questão de porquê um metabolismo menos eficiente, pelo menos em termos de produção de ATP, seria selecionado para a proliferação de células. (HEIDEN *et al.*, 2009).

No entanto, a glicólise aeróbica continua sendo o mecanismo metabólico preferido para as células cancerosas porque a produção de biomassa é priorizada sobre a produção de energia. Nesse sentido, nas células cancerosas, a glicólise gera altos níveis de intermediários metabólicos ricos em carbono que poderiam ser utilizados como precursores para a nova síntese de nucleotídeos, lipídios ou aminoácidos (FARIAS 2019).

### **3.3 Efeito antioxidante da quercetina**

Muitos compostos foram descobertos pela ciência e cada um deles desempenhando inúmeras funções diferentes e únicas. Um desses compostos foram os antioxidantes que desempenham um papel importantíssimo na proteção das células e das macromoléculas. A quercetina além de outras funções possui atividade antioxidante que se manifesta principalmente através de seu efeito sobre a glutathiona (GSH), atividade enzimática, vias de transdução de sinal e espécies reativas de oxigênio (ROS) causadas por fatores ambientais e toxicológicos. A quercetina mostra uma forte atividade antioxidante mantendo o equilíbrio oxidativo (XU *et al.*, 2019)

Também possui efeitos preventivos contra tumores gástricos, próstata, colón, bexiga, pulmão, mama e ovário. A Quercetina não só possui propriedades antioxidantes fortes na eliminação dos radicais livres, mas também reduz a inflamação, inibe a proliferação celular e a angiogênese (ARAUJO *et al.*, 2015).

Com isso, após diversas pesquisas realizadas com o tema temos evidências de que os antioxidantes podem ser uma boa escolha na intervenção terapêutica junto à quimioterapia por auxiliar na redução do tamanho do tumor e no aumento da longevidade dos pacientes (ROCHA 2018).

## 4 | EFEITOS DA QUERCETINA NO CÂNCER DE CÓLON

Pesquisas sobre a quercetina demonstram seu efeito em várias linhagens de câncer uma delas é o câncer de cólon que é o segundo com maior incidência em mulheres e o terceiro em homens e foi constatado que em indivíduos suplementados com quercetina, há a possibilidade de inibição da formação de tumor do cólon e proliferação de células do tumor. A substância demonstra ter propriedades anti-inflamatórias, o que é consistente com os efeitos de prevenção. Além disso, também possui um papel na prevenção do câncer de cólon e na atividade sinérgica com os agentes quimioterapêuticos, invertendo a resistência a múltiplas drogas (ARAUJO *et al.*, 2015).

No tratamento do câncer de cólon a quercetina demonstrou ser bastante eficaz juntamente com medicamentos quimioterápicos. A administração oral da quercetina para a prevenção do câncer em uma dieta suplementada com 2% de quercetina reduziu significativamente o aparecimento de câncer colo retal. Além disso, estudos *in vitro* atestaram sua capacidade em inibir a proliferação de células cancerígenas de cólon de diferentes linhagens. Entretanto, em um estudo clínico fase 1 realizado na Universidade de Birmingham para a avaliação da eficácia não tóxica e anticancerígena da quercetina em pacientes com câncer terminal, nenhum paciente obteve resposta radiológica convencional de acordo com os critérios da OMS, apesar das indicações favoráveis de sua atividade anticancerígena (HASHEMZAEI *et al.*, 2017)

A quercetina (0-200  $\mu\text{M}$ , incubação de 24 h e 0-300  $\mu\text{M}$ , 5 dias de incubação) inibiu a viabilidade celular das linhas de células cancerígenas de cólon e atestou ser um composto lipofílico que é capaz de atravessar as membranas celulares e iniciar múltiplas vias de sinalização intracelular implicadas na quimioprevenção. Várias investigações relataram os potenciais efeitos anticâncer da quercetina em grandes tipos de câncer com suas habilidades únicas de dupla função como pró-oxidante e antioxidante (HASHEMZAEI *et al.*, 2017).

## 5 | EFEITOS DA QUERCETINA NO CÂNCER DE PRÓSTATA.

O câncer de próstata é o segundo com maior mortalidade entre os homens, perdendo apenas para o câncer de pulmão. A quercetina demonstrou eficácia em vários estudos *in vitro* realizadas em várias linhagens de células tumorais de próstata. O tratamento de Quercetina diminuiu significativamente a viabilidade celular das células PCa (LNCaP, DU-145 e PC-3) de forma dependente de tempo e dose, sem afetar as células epiteliais prostáticas normais (PrEC) (WARD *et al.*, 2018).

Além disso, o tratamento da quercetina também resultou em uma relação Bcl-xL atenuada para bcl-xS e translocação aumentada da proteína Bax para membrana mitocondrial em células cancerígenas da próstata humana LNCaP. Estudos *in vitro* com linhas de células cancerígenas humanas Queratinócitos HaCaT, estabeleceram o efeito



anti-tumorigênico da quercetina através da superexpressão de Bax e liberação de citocromo c e translocação de fatores que induzem apoptose ao núcleo (KASHYAP, *et al.*, 2019).

O efeito da quercetina nas células do câncer de próstata se dá principalmente pela dissociação de Bax de Bcl-xL e a estimulação de famílias de caspases provocando cascatas e assim desbloqueando vias pró-apoptóticas. A inibição da angiogênese é outro efeito da quercetina. As vias EGFR / PI3K / Akt / ERK1 / 2, NFκB, Wnt e AKT / mTOR / P70S6K são influenciadas pela quercetina nas células do câncer de próstata. Seus efeitos antiangiogênicos e seu resultante exito liberando vias pró-apoptóticas nos fazem crer que a quercetina pode ser um grande agente na prevenção de metástases tumorais não apenas de próstata mas também de outras linhagens de câncer (GHAFOURI-FARD *et al.*, 2021).

Também pode potencializar os efeitos de outras opções terapêuticas contra o câncer de próstata. Por exemplo, uma combinação de TRAIL e quercetina foi apontada como uma nova modalidade para o tratamento do câncer de próstata. Esses tipos de estratégias podem superar a resistência à apoptose em células cancerosas desbloqueando vias anti-apoptóticas. Além disso, a combinação de quercetina com paclitaxel ou docetaxel exerceu efeitos terapêuticos benéficos nos modelos animais de câncer de próstata, reduzindo os efeitos colaterais dos agentes quimioterápicos mencionados e aumentando a qualidade de vida dos portadores da doença em tratamento. O impacto da reversão da resistência ao docetaxel da quercetina apoiou a aplicação clínica desta substância no câncer de próstata resistente ao docetaxel. Com base na heterogeneidade dos mecanismos de promoção do câncer, tais terapias combinadas podem ser eficazes no tratamento do câncer, pois podem afetar diferentes mecanismos no processo carcinogênico. No entanto, a dose e a duração mais eficazes da quercetina em seres humanos devem ser identificadas nos ensaios clínicos, como a quercetina demonstrou afetar a expressão de várias proteínas, os níveis de expressão desses alvos em cada indivíduo podem afetar a resposta a essa droga em seres humanos (JUNG *et al.*, 2010).

## 6 | EFEITOS DA QUERCETINA NO CÂNCER DE OVÁRIO.

O câncer de ovário é a segunda neoplasia ginecológica mais prevalente no Brasil, ficando atrás apenas do câncer do colo do útero. Dos casos confirmados 95% do total de neoplasias ovarinas é derivada das células epiteliais que revestem o ovário, os 5% restantes são de células germinativas que formar os óvulos e células estromais que produzem grande parte dos hormônios femininos (INCA BRASIL 2021).

Várias pesquisas demonstraram que a quercetina induz apoptose através das vias intrínsecas e dependentes de caspase. Também evocou o estresse endoplasmático do ânticulo (ER) no câncer de ovário, resultando em apoptose mediada por mitocôndrias. Além disso, a quercetina foi capaz de induzir a autofagia que tem um papel protetor nas células cancerígenas do ovário. Contudo a quercetina induziu estresse, apoptose e autofagia

através de um eixo p-STAT3/Bcl-2 (SHAFABAKGHSH, ASEMI 2019)

Outro estudo demonstrou que a quercetina diminui a viabilidade e induziu apoptose das células cancerígenas metastáticas do ovário, podendo diminuir várias moléculas anti-apoptóticas, incluindo Bcl-2 e Bcl-xL e aumentar moléculas pró-apoptóticas, incluindo caspase-3, caspase-9, Bid, Bax, Bad e citocromoma c. Além disso, a quercetina inibe o crescimento de células cancerígenas metastáticas do ovário pela indução de apoptose mediada por mitocôndria. Em um estudo recente, foram examinados efeitos anticâncer da nano-formulação de quercetina, esta forma inibiu significativamente o crescimento de células cancerígenas de ovário, tanto in vitro quanto em camundongos com câncer de ovário xenoenxerto. Após ser formulada atestou induzir apoptose ativando caspase-3, caspase-9 e Bax, e reduzindo MCL-1 e Bcl-2 (SHAFABAKGHSH, ASEMI 2019).

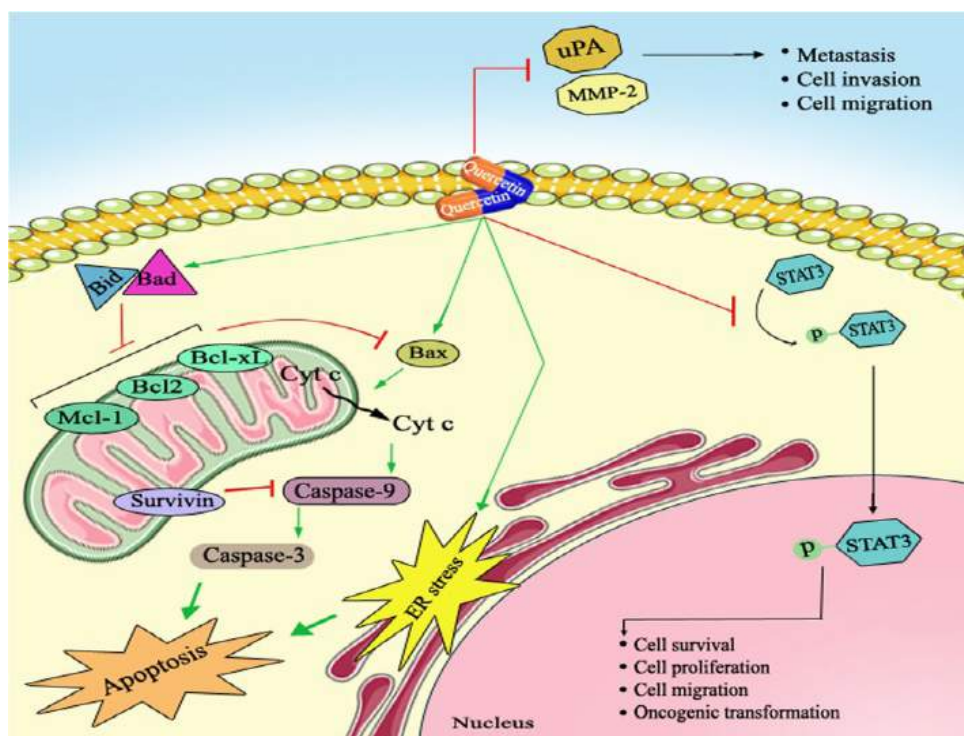


Figura 4. Diferentes vias de sinalização usando quercetina como uma nova estratégia terapêutica no tratamento do câncer de ovário:

Fonte: SHAFABAKHSH et al., 2019. Quercetina: um composto natural para tratamento de câncer de ovário. Disponível em: Quercetina: um composto natural para tratamento de câncer de ovário (nih.gov).

## 7 | EFEITOS DA QUERCETINA NO CÂNCER DE MAMA

O câncer de mama é o mais comum entre as mulheres, sendo este também o com maior taxa de mortalidade entre elas, porém mesmo sendo menos recorrente também

pode acometer indivíduos do sexo masculino. Tratamentos convencionais não tem sido muito efetivo contra essa linhagem de câncer que atingem células mamárias, a principal causa do então insucesso dá-se sobre seus efeitos colaterais e a forma evolutiva deste tipo de câncer. O que nos leva em busca de novas descobertas para que obtenhamos melhores resultados (INCA BRASIL, 2020).

A quercetina foi estudada em linhagens de células de câncer de mama MCF-7, e mais uma vez demonstrou grande capacidade de reação juntamente com os tratamentos convencionais, suprimindo o crescimento de células MCF7 estimulando a apoptose e necroptose através da sinalização de tose. O papel do apoptose foi determinado utilizando o inibidor pan-caspase Z-VAD, que se liga de forma irreversível ao cateter no sítio lítico de caspases e foi usado para inibir de maneira seletiva o caminho da apoptose. Na presença de Z-VAD a viabilidade celular aumentou significativamente em comparação com sua ausência. Já na presença do inibidor de necroptose Nec-1, a viabilidade celular aumentou em comparação a ausência de Nec-1. Além disso o inibidor Nec-1 aumentou ainda mais a viabilidade celular em comparação com Z-VAD, e foi um pouco mais eficaz na proteção de células cancerosas (KHORSANDI *et al.*, 2017).

A Apoptose é regulada em parte pelo gene Bcl-2 que aumenta a sobrevivência celular e da proteína pró-apoptótica Bax. A inibição da apoptose depende parcialmente do equilíbrio entre Bcl-2 e Bax. As células MCF-7 tratadas com quercetina exibiram um grande número de núcleos com a cromatina condensada o que indica apoptose celular (KHORSANDI *et al.*, 2017).

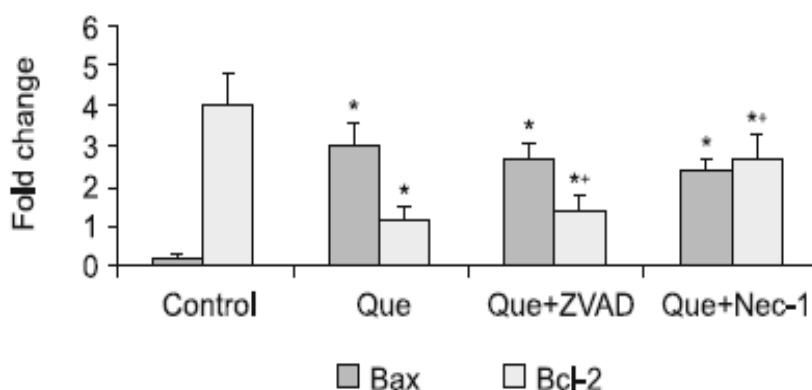


Tabela 1: Efeito da quercetina sobre Bax e Bcl-2.

Fonte: KHORSANDI *et al.*, 2017. A quercetina induz apoptose e necroptose na mama MCF - 7células cancerosas. Disponível em: Quercetin induz apoptose e necroptose em células cancerígenas de mama MCF-7 - PubMed (nih.gov).

A necrose por muito tempo foi considerada uma maneira acidental de morte celular, porém estudos relataram recentemente que assim como a morte por apoptose a necroptose também pode ser regulada de maneira controlada através de vias de transdução de sinal definidas (KHORSANDI *et al.*, 2017).

A quercetina também foi testada em combinação com outras terapias, quando adiminstrada com uma variedade de agentes quimioterápicos, foi observada acentuada potencialização dos efeitos anticâncer, foi detectado apoptose a níveis de expressão de mRNA e além disso foi mostrada que a quercetina sensibiliza as células MCF-7 ao medicamento doxorubicina(Dox) que é utilizado para tratamentos de doenças neoplásicas incluindo o câncer de mama (DHANARAJ *et al.*, 2021).

Nas doenças malignas de mama, o fator de crescimento epidérmico desempenha um importante papel, através da propagação do crescimento e proliferação celular por angiogênese e metástase. A quercetina baseado em nanoparticulas causou uma redução significativa na expressão de várias proteínas, incluindo Vimetina, Snail, N-caderina, Slug, MMP-2, MMP-9, Akt e PI3K e GSK3 $\beta$  atenuando ou até inibindo o aumento tumoral, ampliando a longevidade dos pacientes e diminuindo os efeitos de tratamentos radioterápicos e quimioterápicos (RAUF *et al.*, 2018).

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Quercetina mostrou-se uma molécula com grande potencial metabólico, realizando diversas funções na proteção de células saudáveis e macromoléculas, principalmente através da captura de espécies reativas de oxigênio (ROS). Também demonstrou sua ação reparatória em células tumorais especialmente através de apoptose e necroptose retardando ou destruindo a célula tumoral, sendo bastante ativa na reparação e eliminação parcial de diversas linhagens de células cancerígenas como, mama, próstata, intestino, cólon e ovário.

Foi atestado sua eficácia como um futuro tratamento alternativo sendo menos invasivo e com resultados gratificantes, também comprovou sua eficácia em conjunto com tratamentos convencionais, aumentando sua ação nas células tumorais e diminuindo as reações adversas, melhorando o bem-estar e o estilo de vida de pacientes testados em tratamento de câncer.

Entretanto sua aplicabilidade depende muito de dosagem e tempo, mesmo a quercetina sendo uma molécula com poderosa função antioxidante e anti-inflamatória ela também possui propriedades pró-oxidantes, quando usada em altas dosagens e por longos períodos pode passar de uma ação benéfica para algo danoso as células e ao organismo humano gerando um excessivo estresse oxidativo por meio da inibição dos sistemas antioxidantes. Ou seja, em alguns casos não é eficaz, levando a resultados inesperados e negativos. Assim, o desenvolvimento de novas estratégias e compostos terapêuticos

continua sendo um grande desafio na batalha contra o câncer e outras doenças.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Instituto do câncer**. Brasília 2021. Disponível em: Tipos de câncer | INCA - Instituto Nacional de Câncer acesso: 02 de setembro de 2021

ARAUJO *et al.*, 2015. **ANTIOXIDANTES NA PREVENÇÃO DO CÂNCER EM IDOSOS**. Disponível em: cliente=13-41ec4af2d1b366b9c09361970b1bdecc.pdf (fiponline.edu.br) acesso: 08/05/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portal da Saúde**. Brasília 2021. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/21003-inca-estina-que-havera-596-070-novos-casos-de-cancer-em-2021>>Acesso em: 26 de abril de 2021.

BRASIL. **Instituto do câncer**. Brasília 2021. Disponível em: Estatísticas de câncer - INCA - Instituto Nacional de Câncer acesso em: 24 de abril de 2021

BRASIL. **Instituto do câncer**. Brasília 2021. Disponível em: Estimativa 2020 - Introdução - INCA - Instituto Nacional de Câncer acesso em: 24 de abril de 2021.

FARIAS M., POZO C. **O Efeito Anticâncer da Quercetina: Implicações Moleculares no Metabolismo do Câncer**. Disponível em: IJMS | Free Full-Text A Metabolism (mdpi.com), acesso em: 25 de abril de 2021.

HASHEMZAEL *et al.*, 2017. **Efeitos indutores de anticancerígenos e apoptose de quercetina *in vitro* e *in vivo***.

HEIDEN M.G, CANTLEY L.C., THOMPSON C.B. **Entendendo o Efeito Warburg: Os Requisitos Metabólicos da Proliferação Celular**.

Hollman, P.C.; Katan, M.B. **Absorção, metabolismo e biodisponibilidade de flavonoides**. Em *Flavonoides em Saúde e Doenças*; Rice-Evans, C.A., Packer, L., Eds. Marcel Dekker Inc.: Nova Iorque, NY, EUA, 1998; pp. 483-522. Acesso dia 06/05/2021.

KASHYAP *et al.*, 2019. **Fisetin e Quercetin: Flavonoides promissores com potencial quimiopreventivo**. Disponível em: Biomolecules | Free Full-Text | Fisetin and Quercetin: Promising Flavonoids with Chemopreventive Potential | HTML (mdpi.com) acesso em: 11/05/2021.

LI, *et al.*, **Quercetina, Inflamação e Imunidade**. Disponível em: Nutrients | Free Full-Text | Quercetin, Inflammation and Immunity | HTML (mdpi.com). Acesso 05/05/2021.

ROCHA, SOUZA, 2018. **SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DAS PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE COMPLEXOS CONTENDO QUERCETINA E ÍONS COBRE**.

TANG, *et al.*, 2020. Disponível em: **Pharmacological basis and new insights of quercetin action in respect to its anti-cancer effects** – ScienceDirect. Acesso em: 06/05/2021.

WARD *et al.*, 2018. **Quercetina inibe o câncer de próstata atenuando a sobrevivência celular e inibindo vias anti-apoptóticas**. Disponível em: Quercetin inhibits prostate cancer by attenuating cell survival and inhibiting anti-apoptotic pathways | World Journal of Surgical Oncology | Full Text (biomedcentral.com). Acesso em: 11/05/2021.

GHAFOURI-FARD *et al.*, 2021. **Impacto emergente da quercetina no tratamento do câncer de próstata**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332221003334> acesso em 11/09/2021.

JUNG *et al.*, 2010. **Quercetin aumenta apoptose induzida por TRAIL em células cancerosas da próstata através do aumento da estabilidade proteica do receptor de morte 5.** Disponível em: **Quercetin aumenta apoptose induzida por TRAIL em células cancerosas da próstata através do aumento da estabilidade proteica do receptor de morte 5 (nih.gov)** acesso em: 04/10/2021.

KHORSANDI *et al.*, 2017 **A quercetina induz apoptose e necroptose na mama MCF - 7 células cancerosas**, disponível em: Quercetin induz apoptose e necroptose em células cancerígenas de mama MCF-7 - PubMed (nih.gov) acesso: 8/09/2021.

HEIDEN, CANTLEY, THOMPSON 2009. **Entendendo o Efeito Warburg: Os Requisitos Metabólicos da Proliferação Celular.** Disponível em: Understanding the Warburg Effect: The Metabolic Requirements of Cell Proliferation (nih.gov). Acesso em: 06/05/2021.

BRUNA PAOLA, MURINO RAFACHO 2020. **Minieditorial: Quercetina Melhora o Perfil Lipídico e Apolipoproteico em Ratos Tratados com Glicocorticoides em Altas Doses.** Disponível em: <https://www.scielo.br/ij/abc/a/T96SMKYvPC5BsLdMpmHvVVh/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 02/09/2021.

FARD *et al.*, 2021. **Impacto emergente da quercetina no tratamento do câncer de próstata.** Disponível em: Impacto emergente da quercetina no tratamento do câncer de próstata - ScienceDirect acesso em: 06/10/2021.

OZKAN, BAKAR 2020. **Potenciação do efeito da lonidamina por quercetina na mama humana MCF-7 células cancerosas por meio de regulação negativa expressão de mRNA de MMP-2/9** Disponível em: SciELO - Brasil - Potentiation of the Effect of Lonidamine by Quercetin in MCF-7 human breast cancer cells through downregulation of MMP-2/9 mRNA Expression acesso em: 06/10/2021.

RAUF *et al.*, 2018. **Potencial anticâncer da quercetina: uma revisão abrangente** Disponível em: Potencial anticâncer de quercetina: Uma revisão abrangente - PubMed (nih.gov). Acesso em: 06/10/2021.

SHAFABAKGSH, ASEMI 2019. **Quercetina: um composto natural para tratamento de câncer de ovário.** Disponível em: **Quercetina: um composto natural para tratamento de câncer de ovário (nih.gov)**. Acesso em: 06/10/2021.

RAUF, *et al.*, 2018. **Anticancer potential of quercetin: A comprehensive review.** Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30039547>. Acesso em: 27/10/2021.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Analfabetismo botânico 206

Animais domésticos 125, 140, 141

Antioxidante 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 22, 29, 31, 32, 34, 42, 43

Apoptose 10, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 153, 164

Atividade farmacológica 26

Atividade pecuária 61

Autofagia 10, 15, 19

### B

Bactérias 2, 3, 4, 5, 7, 26, 31, 33, 41, 46, 47, 51, 52, 54, 63, 64, 68, 69, 74, 75, 116, 140, 141, 142, 143, 144, 170, 172, 174

Biodiversidade 28, 104, 105, 169, 170, 174, 176, 202, 217, 227

### C

Câncer 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 32, 33

Células cancerígenas 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24

Citometria 58, 61, 63, 66, 74, 81, 159

Conservação de alimentos 2, 3, 7

Covid-19 127, 138, 219, 220, 223, 224, 225

Cropoparasitologia 140

Cultura de células 152

### D

Demodicose canina 115, 117, 123

Deriva natural 177, 178, 179, 180, 181, 182, 185

Dermatologia veterinária 115

Divulgação científica 219, 222, 223, 225

### E

Eletroforese 65, 70, 72, 73, 76

Endoparasitas 141

Ensaio animal 152

Ensino de biologia 226

Ensino remoto 219, 224

Enteroparasitoses 147, 148, 149, 150

Escabiose canina 115, 118, 122

## **F**

Farmacologia 36, 38

Faveira 169, 170, 171

Fibroblastos 152, 153, 156, 157, 162, 164

Fitoterapia 36, 38, 152

Florestas naturais 170, 171

Florestas plantadas 170, 171

FORAGEIO 98, 102, 103

Fungos 12, 26, 31, 33, 47, 48, 50, 51, 53, 54, 56, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138

## **G**

Genética 45, 57, 116, 117, 145, 152, 171, 217, 219, 221, 222, 223, 224, 225

## **H**

Helmintos 141, 146, 147, 149, 151

## **I**

Indústria alimentícia 2

## **J**

Jogo didático 205, 207, 208, 209, 214, 216, 217, 218

## **M**

Meliponíneos 98, 99, 100, 101, 102, 103, 105

Mercado consumidor 2

Micélio 124, 125, 131, 133

Micoses 127

Microbiologia 45, 55, 58, 59, 63, 82, 139, 144, 145, 227

Microrganismos 1, 2, 3, 26, 27, 29, 32, 47, 55, 61, 127, 130, 139, 169, 170, 172, 173, 174

## **N**

Necroptose 10, 21, 22, 24

Nidificação 98, 100, 101, 102, 103, 105, 106

## **P**

Passeriformes 177, 178, 180, 182, 184

Produtos naturais 26, 27, 31



Própolis 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 102

Proteínas 10, 15, 19, 22, 32, 60, 64, 65, 70, 75, 76, 144, 161, 163

Protozoários 31, 141, 142, 147, 149

## **Q**

Qualidade microbiológica 45, 46, 55, 56, 57

Quercetina 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27

## **S**

Saúde pública 2, 10, 46, 78, 139, 147, 148, 150, 189

Segurança alimentar 45

Sequestro de carbono 200

Serviços ambientais 200, 201, 203





## **Z**

Zoonose 115, 117



# PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS





---

-  [www.arenaeditora.com.br](http://www.arenaeditora.com.br)
-  [contato@arenaeditora.com.br](mailto:contato@arenaeditora.com.br)
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  [www.facebook.com/arenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/arenaeditora.com.br)



# PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

---

-  [www.arenaeditora.com.br](http://www.arenaeditora.com.br)
-  [contato@arenaeditora.com.br](mailto:contato@arenaeditora.com.br)
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  [www.facebook.com/arenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/arenaeditora.com.br)