

ATUALIZAÇÕES EM PROMOÇÃO DA SAÚDE 2



ORGANIZADORES

**AVELAR ALVES DA SILVA
LENNARA PEREIRA MOTA
PAULO SÉRGIO DA PAZ SILVA FILHO**



ATUALIZAÇÕES EM PROMOÇÃO DA SAÚDE 2



ORGANIZADORES

AVELAR ALVES DA SILVA
LENNARA PEREIRA MOTA
PAULO SÉRGIO DA PAZ SILVA FILHO





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 do SCISAUDE. 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.



LICENÇA CREATIVE COMMONS

A editora detém os direitos autorais pela edição e projeto gráfico. Os autores detêm os direitos autorais dos seus respectivos textos. ATUALIZAÇÕES EM PROMOÇÃO DA SAÚDE 2 de [SCISAUDE](#) está licenciado com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional](#). (CC BY-NC-ND 4.0). Baseado no trabalho disponível em <https://www.scisaude.com.br/catalogo/atualizacoes-em-promocao-da-saude-2/75>

2024 by SCISAUDE

Copyright © SCISAUDE

Copyright do texto © 2024 Os autores

Copyright da edição © 2024 SCISAUDE

Direitos para esta edição cedidos ao SCISAUDE pelos autores.

Open access publication by SCISAUDE



ATUALIZAÇÕES EM PROMOÇÃO DA SAÚDE 2

ORGANIZADORES

Dr. Avelar Alves da Silva

<http://lattes.cnpq.br/8204485246366026>

<https://orcid.org/0000-0002-4588-0334>

Me. Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

<http://lattes.cnpq.br/5039801666901284>

<https://orcid.org/0000-0003-4104-6550>

Esp. Lennara Pereira Mota

<http://lattes.cnpq.br/3620937158064990>

<https://orcid.org/0000-0002-2629-6634>

Editor chefe

Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

Projeto gráfico

Lennara Pereira Mota

Diagramação:

Paulo Sérgio da Paz Silva Filho

Lennara Pereira Mota

Revisão:

Os Autores



Conselho Editorial

Ana Flavia de Oliveira Ribeiro	Elane da Silva Barbosa	Juliane Maguetas Colombo Pazzanese
Ana Florise Morais Oliveira	Francine Castro Oliveira	Júlia Maria do Nascimento Silva
André de Lima Aires	Giovanna Carvalho Sousa Silva	Kaline Malu Gerônimo Silva dos Santos
Angélica de Fatima Borges Fernandes	Heloísa Helena Figuerêdo Alves	Laíza Helena Viana
Camila Tuane de Medeiros	Jamile Xavier de Oliveira	Leandra Caline dos Santos
Camilla Thaís Duarte Brasileiro	Jean Carlos Leal Carvalho De Melo Filho	Lennara Pereira Mota
Carla Fernanda Couto Rodrigues	João Paulo Lima Moreira	Luana Bastos Araújo
Daniela de Castro Barbosa Leonello	Juliana Britto Martins de Oliveira	Maria Isabel Soares Barros
Dayane Dayse de Melo Costa	Juliana de Paula Nascimento	Maria Luiza de Moura Rodrigues
Maria Vitalina Alves de Sousa	Raissa Escandiusi Avramidis	Wesley Romário Dias Martins
Maryane Karolyne Buarque Vasconcelos	Renata Pereira da Silva	Wilianne da Silva Gomes
Paulo Sérgio da Paz Silva Filho	Sannya Paes Landim Brito Alves	Willame de Sousa Oliveira
Mayara Stefanie Sousa Oliveira	Suellen Aparecida Patricio Pereira	Naila Roberta Alves Rocha
Michelle Carvalho Almeida	Thamires da Silva Leal	Neusa Camilla Cavalcante Andrade Oliveira
Márcia Farsura de Oliveira		



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Atualizações em promoção da saúde 2 [livro eletrônico] / organização Avelar Alves da Silva, Paulo Sérgio da Paz Silva Filho, Lennara Pereira Mota. -- Teresina, PI : SCISAUDE, 2025. PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-85376-61-7

1. Promoção da saúde 2. Saúde - Brasil 3. Saúde pública 4. Sistema Único de Saúde (Brasil) I. Silva, Avelar Alves da. II. Silva Filho, Paulo Sérgio da Paz. III. Mota, Lennara Pereira.

25-251718

CDD-613

Índices para catálogo sistemático:

1. Saúde : Promoção da saúde : Ciências médicas 613

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415



10.56161/sci.ed.20250217



978-65-85376-61-7



SCISAUDE
Teresina – PI – Brasil
sciencesaude@hotmail.com
www.scisaude.com.br



APRESENTAÇÃO

A promoção da saúde é um pilar essencial para a construção de sociedades mais saudáveis e resilientes. Com o avanço das pesquisas e a necessidade de abordagens cada vez mais integradas e interdisciplinares, "**Atualizações em Promoção da Saúde 2**" surge como uma obra fundamental para profissionais, pesquisadores e estudantes que desejam aprofundar seus conhecimentos sobre o tema.

Este livro reúne uma série de estudos atualizados, abordando estratégias inovadoras, políticas públicas, desafios contemporâneos e práticas bem-sucedidas na promoção da saúde. A diversidade dos temas tratados reflete a amplitude desse campo, explorando desde a atenção primária até a implementação de tecnologias na saúde, passando por programas de prevenção, educação em saúde e análise epidemiológica.

Com uma linguagem clara e fundamentação científica rigorosa, "**Atualizações em Promoção da Saúde 2**" é uma leitura indispensável para aqueles que buscam compreender as novas tendências e contribuir para a efetivação de ações voltadas ao bem-estar da população.

Este livro não apenas compartilha conhecimento, mas também incentiva a reflexão crítica e a aplicação de estratégias baseadas em evidências para um futuro mais saudável e sustentável.

Boa Leitura!!!



CAPÍTULO 1.....	9
ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM BASEADA NA TEORIA DO AUTOUIDADO PARA PACIENTES COM EPIDERMÓLISE BOLHOSA	9
10.56161/sci.ed.20250217C1	9
CAPÍTULO 2.....	17
AVALIAÇÃO CLÍNICA E FARMACOTERAPÊUTICA EM ESCLEROSE MÚLTIPLA: ESTUDO DE CASO EM HOSPITAL UNIVERSITÁRIO	17
10.56161/sci.ed.20250217C2	17
CAPÍTULO 3.....	27
BIOTECNOLOGIA E BIOFORTIFICAÇÃO: SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA COMBATER A DEFICIÊNCIA NUTRICIONAL GLOBAL.....	27
10.56161/sci.ed.20250217C3	27
CAPÍTULO 4.....	36
EDUCAÇÃO EM SAÚDE E EDUCAÇÃO PERMANENTE EM SAÚDE: ESTRATÉGIAS PARA FORTALECIMENTO DO SUS	36
10.56161/sci.ed.20250217C4	36
CAPÍTULO 5.....	49
SAÚDE SEXUAL NA ADOLESCÊNCIA: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NA PREVENÇÃO DAS ISTs E DO HIV/AIDS.....	49
10.56161/sci.ed.20250217C5	49
CAPÍTULO 6.....	63
LEVANTAMENTO DOS CASOS DE LEUCEMIA NO BRASIL: EPIDEMIOLOGIA, DIAGNOSTICO E TRATAMENTO	63
10.56161/sci.ed.20250217C6	63
CAPÍTULO 7.....	83
EFEITOS COLATERAIS ASSOCIADOS AO USO DE ANTICONCEPCIONAIS: UMA ANÁLISE DOS RISCOS NA SAÚDE FEMININA	83
10.56161/sci.ed.20250217C7	83
CAPÍTULO 8.....	97
ENVELHECIMENTO EM SITUAÇÃO DE RUA: DESAFIOS BIOPSISSOCIAIS E IMPACTOS NA SAÚDE DE IDOSOS EM VULNERABILIDADE	97
10.56161/sci.ed.20250217C8	97
CAPÍTULO 9.....	107
NO ENSINO SUPERIOR: REPERCUSSÕES NA SAÚDE MENTAL E NA FORMAÇÃO ACADÊMICA.....	107
10.56161/sci.ed.20250217C9	107
CAPÍTULO 10.....	116



IMPACTOS EPIDEMIOLÓGICOS DE DESASTRES NATURAIS HÍDRICOS NA SAÚDE PÚBLICA	116
10.56161/sci.ed.20250217C10	116
CAPÍTULO 11.....	128
USO DE PLANTAS MEDICINAIS NO TRATAMENTO DE INFECÇÕES DO TRATO URINÁRIO: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA.....	128
10.56161/sci.ed.20250217C11	129
CAPÍTULO 12.....	141
VIOLÊNCIA OBSTÉTRICA E SAÚDE DA MULHER: RISCOS, PROTEÇÃO E REPERCUSSÕES FÍSICAS E MENTAIS	141
10.56161/sci.ed.20250217C12	141
CAPÍTULO 13.....	150
POTENCIAL BIOINSETICIDA GÊNERO <i>Eugenia</i> L. (MYRTACEAE) FRENTE A <i>Aedes aegypti</i> (DIPTERA: CULICIDAE): UMA REVISÃO	150
10.56161/sci.ed.20250217C13	150
CAPÍTULO 14.....	161
ANÁLISE <i>IN SILICO</i> DO POTENCIAL ANTI-SARS-COV-2 DOS COMPOSTOS MAJORITÁRIOS DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE AROEIRA (<i>Myracrodruon urundeuva</i>)	161
10.56161/sci.ed.20250217C14	161
CAPÍTULO 15.....	170
ASSOCIAÇÃO ENTRE A SÍNDROME METABÓLICA E A DOENÇA DE ALZHEIMER.....	170
10.56161/sci.ed.20250217C15	170
CAPÍTULO 16.....	180
CARACTERÍSTICAS DO DIABETES MELLITUS GESTACIONAL: UMA REVISÃO DO DIAGNÓSTICO AO TRATAMENTO.....	180
10.56161/sci.ed.20250217C16	180
CAPÍTULO 17.....	193
FUNGOS CONTRA O CÂNCER: EXPLORANDO NOVAS ALTERNATIVAS TERAPÊUTICAS PARA O CÂNCER DE MAMA	193
10.56161/sci.ed.20250217C17	193
CAPÍTULO 18.....	206
AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO DE ENFERMAGEM EM CASOS DE ABUSO INFANTIL	206
10.56161/sci.ed.20250217C18	206
CAPÍTULO 19.....	216
GARANTINDO A SEGURANÇA NAS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA: A IMPORTÂNCIA DOS PRIMEIROS SOCORROS	216
10.56161/sci.ed.20250217C19	216



CAPÍTULO 20.....	226
POTENCIAL BIOINSETICIDA GÊNERO <i>Eugenia</i> L. (MYRTACEAE) FRENTE A <i>Aedes aegypti</i> (DIPTERA: CULICIDAE): UMA REVISÃO	226
10.56161/sci.ed.20250217C20	226
CAPÍTULO 21.....	237
RISCO DE DEPRESSÃO PÓS-PARTO EM MÃES DE PREMATUROS EM UTIN: UMA REVISÃO DE ESCOPO	237
10.56161/sci.ed.20250217C21	237



CAPÍTULO 17

FUNGOS CONTRA O CÂNCER: EXPLORANDO NOVAS ALTERNATIVAS TERAPÊUTICAS PARA O CÂNCER DE MAMA

FUNGI AGAINST CANCER: EXPLORING NEW THERAPEUTIC ALTERNATIVES FOR BREAST CANCER

 10.56161/sci.ed.20250217C17

Sérgio Eduardo Matos Cazarotti Francisco

Centro Universitário UniFacid Wyden

<https://orcid.org/0009-0003-9630-1704>

Ag-Anne Pereira Melo de Menezes

Centro Universitário UniFacid Wyden

<https://orcid.org/0000-0003-2830-990X>

RESUMO

O câncer de mama é uma das neoplasias mais prevalentes em todo o mundo, sendo influenciado por fatores genéticos, exposição a agentes químicos, radiação e hábitos de vida. Caracteriza-se pelo crescimento descontrolado de células malignas, que podem formar tumores e se disseminar pelo organismo por meio da metástase. As principais abordagens terapêuticas incluem a quimioterapia e a radioterapia, que embora eficazes, frequentemente causam efeitos colaterais significativos, impactando a qualidade de vida dos pacientes. Nesse contexto, pesquisas recentes têm explorado alternativas terapêuticas menos agressivas, incluindo moléculas bioativas extraídas de fungos, que demonstram potencial antiproliferativo contra células tumorais. A principal vantagem dessas substâncias naturais reside em seu possível perfil de menor toxicidade em comparação aos tratamentos convencionais, tornando-se promissoras para estratégias terapêuticas mais toleráveis. Este capítulo apresenta uma revisão de artigos publicados entre 2020 e 2025 na base de dados PubMed, avaliando a viabilidade do uso de moléculas extraídas de fungos no tratamento do câncer de mama. As principais substâncias analisadas que demonstraram atividade antineoplásica incluem hialodendrina, extrato fúngico de *Aspergillus flavus*, extrato etanólico de *Cordyceps militaris*, extrato de *Trichoderma atroviride* O1 contendo peptaibol, polissacarídeos de *Trametes polyzona* CU07, extrato aquoso de *Ganoderma resinaceum* e citrinina. Esses compostos atuam por diferentes mecanismos, como indução de apoptose, inibição da proliferação celular e modulação de vias de sinalização envolvidas no crescimento tumoral. Apesar dos resultados promissores em ensaios laboratoriais, são necessários estudos adicionais, incluindo investigações pré-clínicas e clínicas, para avaliar sua eficácia e segurança em modelos biológicos mais complexos. Este capítulo visa descrever os mecanismos pelos quais essas substâncias exercem seus efeitos antitumorais e discutir sua viabilidade terapêutica no contexto do câncer de mama.

PALAVRAS-CHAVE: Câncer de mama; fungos; micotoxinas; apoptose; atividade antiproliferativa.



ABSTRACT

Breast cancer is one of the most prevalent neoplasms worldwide, and is influenced by genetic factors, exposure to chemical agents, radiation, and lifestyle habits. It is characterized by the uncontrolled growth of malignant cells, which can form tumors and spread throughout the body through metastasis. The main therapeutic approaches include chemotherapy and radiotherapy, which, although effective, often cause significant side effects, impacting patients' quality of life. In this context, recent research has explored less aggressive therapeutic alternatives, including bioactive molecules extracted from fungi, which demonstrate antiproliferative potential against tumor cells. The main advantage of these natural substances lies in their possible lower toxicity profile compared to conventional treatments, making them promising for more tolerable therapeutic strategies. This chapter presents a review of articles published between 2020 and 2025 in the PubMed database, evaluating the feasibility of using molecules extracted from fungi in the treatment of breast cancer. The main substances analyzed that demonstrated antineoplastic activity include hyalodendrin, fungal extract of *Aspergillus flavus*, ethanolic extract of *Cordyceps militaris*, extract of *Trichoderma atroviride* O1 containing peptaibol, polysaccharides of *Trametes polyzona* CU07, aqueous extract of *Ganoderma resinaceum* and citrinin. These compounds act by different mechanisms, such as induction of apoptosis, inhibition of cell proliferation and modulation of signaling pathways involved in tumor growth. Despite the promising results in laboratory tests, additional studies, including preclinical and clinical investigations, are needed to evaluate their efficacy and safety in more complex biological models. This chapter aims to describe the mechanisms by which these substances exert their antitumor effects and discuss their therapeutic feasibility in the context of breast cancer.

KEYWORDS: Breast cancer; fungi; mycotoxins; apoptosis; antiproliferative activity.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Suhail *et al.* (2019), o câncer é uma doença causada por alterações no DNA das células. Essas mutações podem levar à multiplicação descontrolada das células, resultando na formação de tumores e, em alguns casos, na disseminação para outros tecidos e órgãos, caracterizando a metástase. Corroborando essa informação, Sung *et al.* (2021) classificam o câncer como um dos principais obstáculos ao aumento da expectativa de vida global, visto que a doença está entre as principais causas de morte na atualidade. Nesse contexto, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou, em 2019, que o câncer ocupa o primeiro ou segundo lugar entre as causas de morte mais prevalentes em indivíduos com menos de 70 anos em diversos países, conforme ilustrado na Figura 1.



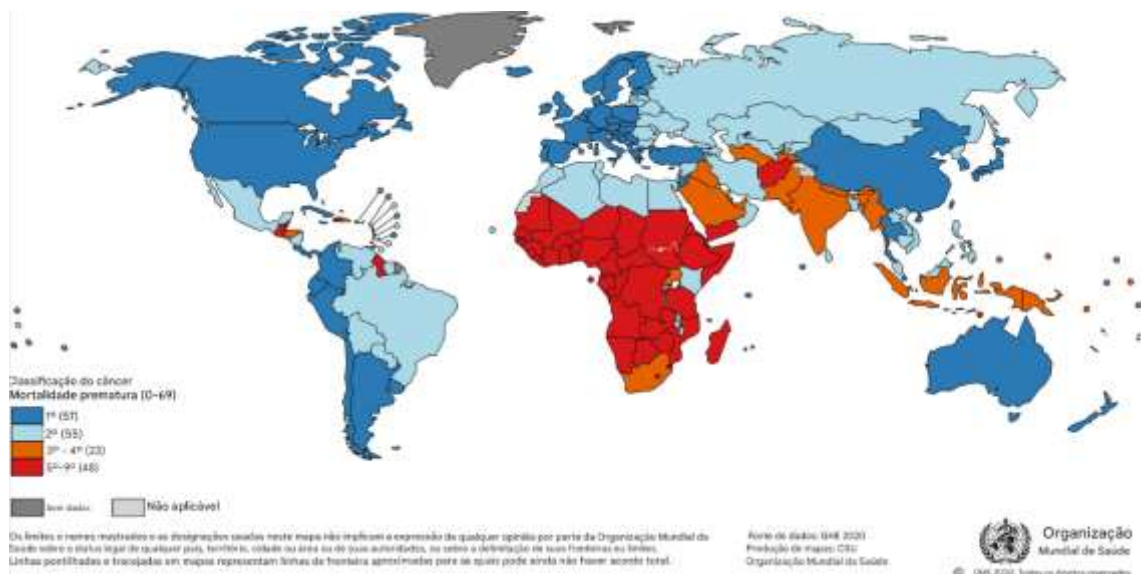


Figura 1. Classificação Nacional de Câncer como Causa de Morte em idades inferiores a 70 anos em 2019. Os números de países representados em cada grupo de classificação estão incluídos na legenda. Fonte: Organização Mundial da Saúde.

No Brasil, conforme demonstrado na Figura 2, o câncer de mama é o de maior incidência e mortalidade entre as mulheres, registrando quase 100 mil casos e mais de 20 mil mortes em 2022. Esse padrão também é observado em outros países, onde o carcinoma mamário se destaca como o mais comum entre as mulheres, com elevados índices de mortalidade (OMS, 2022).

Números absolutos, Incidência, Mulheres, em 2022

Brasil
(Top 15 locais de câncer)

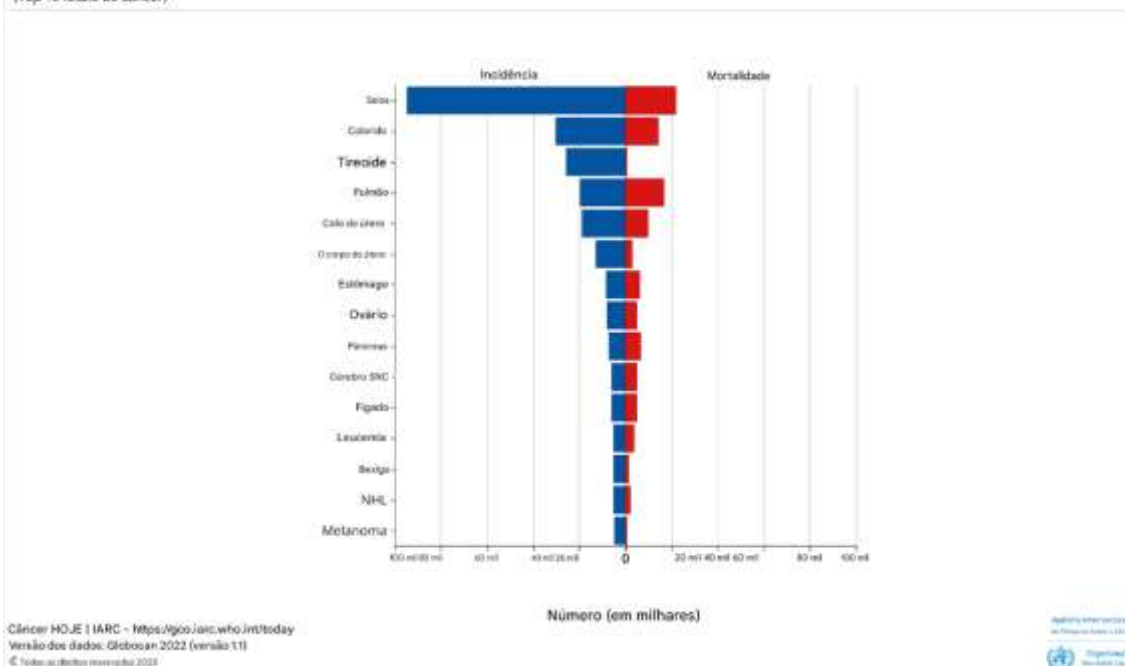


Figura 2. Representação, através de números absolutos, da incidência (azul) e mortalidade (vermelho) dos tipos mais comuns de cânceres em mulheres no Brasil. Fonte: GLOBOCAN (*Global Cancer Observatory*) 2022.

Em vista da alta taxa de casos e óbitos decorrentes do câncer, tornou-se essencial o desenvolvimento de terapias para seu tratamento, entre as quais se destacam a radioterapia e a quimioterapia. Ambas têm como objetivo eliminar as células tumorais, induzindo sua morte por apoptose ou necrose. No entanto, essas terapias não são totalmente eficazes, pois não atuam exclusivamente sobre as células cancerígenas, afetando também células saudáveis. Como consequência, os pacientes podem sofrer efeitos colaterais agudos, crônicos, reversíveis ou irreversíveis (Silva *et al.*, 2024).

A quimioterapia para o câncer de mama emprega antineoplásicos como doxorrubicina, ciclofosfamida, paclitaxel, carboplatina e cisplatina. Entretanto, como mencionado anteriormente, essas substâncias afetam tanto células cancerígenas quanto células saudáveis, gerando efeitos adversos. Além disso, como ocorre com qualquer fármaco, esses agentes podem perder eficácia devido à resistência adquirida pelas células tumorais (Moura *et al.*, 2024).

Apesar da eficácia comprovada da radioterapia e da quimioterapia, essas terapias convencionais apresentam limitações, como os efeitos adversos significativos. Nesse sentido, os tratamentos baseados em compostos naturais têm ganhado destaque como alternativas promissoras, oferecendo vantagens em termos de custo, segurança e redução dos efeitos colaterais. Estudos demonstram que esses compostos possuem potencial anticancerígeno, atuando em vias relacionadas à apoptose, proliferação celular, metástase, angiogênese e sinalização oncogênica. Além disso, podem ser associados à quimioterapia convencional para reduzir a resistência medicamentosa das células tumorais (Naeem *et al.*, 2022).

Uma das abordagens promissoras no uso de moléculas naturais para o tratamento do câncer envolve as micotoxinas – toxinas produzidas por fungos –, muitas das quais são metabólitos secundários desses microrganismos. A utilização dessas toxinas apresenta vantagens, especialmente devido ao seu efeito antiproliferativo sobre células cancerígenas e à sua ação citotóxica mediada por sinalização celular. Além disso, quando combinadas a quimioterápicos convencionais, as micotoxinas podem melhorar o prognóstico dos pacientes



ao permitir a redução da dosagem do tratamento, minimizando os efeitos adversos sobre células saudáveis (Makhloufi *et al.*, 2024).

Dentre as micotoxinas que têm mostrado atividade antineoplásica, destacam-se a aflatoxina B1 e a ocratoxina A, que têm sido associadas à redução da proliferação celular em diversos tipos de câncer, incluindo o câncer de mama. Diante disso, as micotoxinas vêm ganhando destaque na pesquisa científica devido ao seu potencial antineoplásico (Oliveira Filho *et al.*, 2021). Sharma *et al.* (2023) identificaram diversos metabólitos secundários de fungos com atividade citotóxica *in vitro* em linhagens de câncer humano, incluindo MCF-7, uma das mais estudadas no câncer de mama.

No tratamento do câncer de mama, certas toxinas e extratos fúngicos demonstraram capacidade de inibir a migração celular e aumentar a citotoxicidade das células tumorais. Além disso, observa-se a indução da geração de espécies reativas de oxigênio (EROs), o que compromete a funcionalidade celular e desencadeia apoptose. As EROs promovem estresse oxidativo, aumentando a inflamação e danificando macromoléculas essenciais, como proteínas, ácidos nucleicos e lipídios (Jędrzejewski *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2023).

Além dos estudos *in vitro*, ensaios clínicos também têm demonstrado resultados promissores no uso de compostos naturais como coadjuvantes no tratamento do câncer, com uma redução significativa nos efeitos adversos observados em pacientes submetidos a tratamentos convencionais. Diante do exposto, o objetivo deste capítulo é revisar o uso e a eficácia das micotoxinas na terapia do câncer de mama, analisando seus mecanismos de indução de morte celular, inibição da metástase e efeitos genotóxicos e citotóxicos sobre células tumorais. À medida que novas pesquisas avançam nessa área, espera-se que essas abordagens possam ser aplicadas clinicamente, contribuindo para a melhoria do tratamento e do prognóstico dos pacientes.

2. METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão de literatura com o objetivo de integrar estudos de metodologias diversas, incluindo pesquisas experimentais e não experimentais, para oferecer uma visão abrangente dos resultados disponíveis. A revisão também incorpora dados empíricos e teóricos, utilizados para conceituar, identificar lacunas nas áreas de estudo e revisar teorias existentes. Esse processo amplia as possibilidades de análise da literatura sobre o tema.



A primeira etapa da revisão envolveu o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão. Para a busca, foi utilizada a base de dados National Library of Medicine (PubMed), escolhida por sua ampla cobertura de publicações científicas relevantes para o tema do câncer de mama e tratamentos alternativos.

As estratégias de busca foram realizadas utilizando os seguintes descritores: "Moléculas extraídas de fungos contra câncer de mama", "Micotoxinas em linhagens de MCF-7", "Atividade antiproliferativa de extratos fúngicos em câncer de mama" e "Micotoxinas derivadas de policetídeos como potencial terapia anticâncer", combinados com operadores booleanos para aumentar a relevância dos resultados.

Os estudos foram incluídos nesta revisão com base nos seguintes critérios:

- Publicação entre 2020 e 2025;
- Publicações em português ou inglês;
- Estudos abordando a utilização de moléculas extraídas de fungos no tratamento do câncer de mama.

Foram excluídos:

- Artigos ou estudos duplicados;
- Estudos sem os descritores no título ou resumo;
- Estudos fora do escopo do tema abordado.

A busca inicial identificou 56 publicações. Após a análise dos títulos e resumos, 46 foram excluídas, sendo 10 artigos selecionados para compor a presente revisão. Das publicações selecionadas, 5 eram estudos experimentais e 5 revisões da literatura. A escolha da base PubMed se deu pela sua ampla cobertura de artigos científicos na área da saúde, especialmente sobre pesquisas relacionadas ao câncer e tratamentos alternativos.

A busca foi realizada utilizando operadores booleanos para combinar os descritores de maneira eficiente. Foram aplicados filtros de publicação entre 2020 e 2025 e idioma (português e inglês). Este processo de revisão foi conduzido de maneira sistemática, seguindo protocolos estabelecidos para garantir a transparência e a reprodutibilidade dos resultados. O resumo das etapas e informações sobre a inclusão e exclusão dos estudos é apresentado na Figura 3.



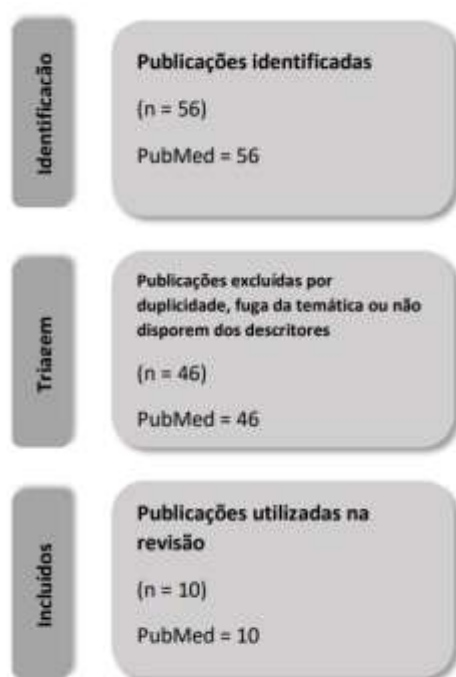


Figura 3. Fluxograma das etapas de busca dos estudos elegíveis para a revisão. Fonte: elaborado pelo autor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da busca realizada, foram identificadas 7 substâncias que possuem potencial efeito antiproliferativo contra o câncer de mama. Isto posto, todas são extraídas de fungos e foram aplicadas principalmente na linhagem MCF-7 de câncer de mama humano. Constam, na Tabela 1, as elegidas substâncias, bem como sua origem na natureza (fungo que foram extraídas), IC₅₀ e a autoria do estudo, respectivamente.

Tabela 1. Relação de substâncias elegidas devido ao seu possível efeito anticâncer de mama (MCF-7).

Substância	Fungo (espécie e/ou gênero)	IC ₅₀	Referências
Hialodendrina	<i>Paradendryphiella salina</i> PC 362H	0,07 µg/mL	Dezaire <i>et al.</i> (2020)
Extrato fúngico de <i>A. flavus</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	16,25 µg/mL	Kalimuthu <i>et al.</i> (2022)
Extrato etanólico de <i>C. militaris</i>	<i>Cordyceps militaris</i>	55,96 ± 4,62 µg/ml	Quan <i>et al.</i> (2020)
Extrato de <i>T. atroviride</i> O1 contendo peptaibol	<i>Trichoderma atroviride</i> O1	21,9 µg/mL	Víglash <i>et al.</i> (2021)



Polissacarídeos de <i>T. polyzona</i> CU07	<i>Trametes polyzona</i> CU07	0,58 mg/ml	Kurniawan <i>et al.</i> (2023)
Extrato de água quente de <i>G. resinaceum</i>	<i>Ganoderma resinaceum</i>	4,88 ± 0,50 µg/mL	Rašeta <i>et al.</i> (2024)
Citrinina	<i>Monascus</i> , <i>Aspergillus</i> e <i>Penicillium</i>	65.930 a 147.850 nM/L	Menezes <i>et al.</i> (2023)

A IC₅₀ refere-se à concentração inibitória média da substância para inibir em 50% o crescimento de células cancerígenas *in vitro*. O valor após o sinal de “±” refere-se ao Desvio Padrão (DP). Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados obtidos no presente estudo evidenciam os efeitos antiproliferativos de compostos derivados de fungos em células de câncer de mama, demonstrando o potencial terapêutico de tais substâncias. Diversos extratos fúngicos foram avaliados quanto à sua capacidade de inibir a proliferação celular, e os dados obtidos reforçam os achados descritos na literatura, destacando a eficácia de compostos como a hialodendrina, citrinina e o extrato de *Cordyceps militaris*. Essas substâncias demonstraram diferentes comportamentos em contato com as células MCF-7, mas todas compartilham o efeito antiproliferativo quando testadas em células afetadas pelo câncer de mama. A seguir, são discutidos os efeitos observados para cada composto.

Um dos compostos notáveis é a Hialodendrina, um metabólito secundário extraído do fungo *Paradendryphiella salina* PC 362H, que habita as algas marrons de *Pelvetia caniculata*. Esse composto demonstrou, em linhagens de câncer de mama, a redução da fosforilação de PRAS40, um substrato associado à resistência à apoptose e à progressão tumoral. A Hialodendrina também aumentou a fosforilação da proteína p53, induzindo a morte celular e estagnando o ciclo celular. O tratamento levou ao aparecimento de células em estágio sub-G1, um marcador de atividade antiproliferativa. Além disso, a Hialodendrina mostrou forte atividade contra linhagens mais agressivas, como a MDA-MB-231 (câncer de mama triplo negativo) (Dezaire *et al.*, 2020; Pan *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2024; Peng *et al.*, 2023). No entanto, não foram encontradas fontes recentes (últimos 5 anos) explorando o uso dessa substância.

O extrato fúngico de *Aspergillus flavus*, um fungo endofítico que coabita as raízes da erva *Cynodon dactylon*, induziu a diminuição do potencial de membrana mitocondrial, resultando em estresse celular e aumento da liberação de fatores apoptóticos. Esse extrato também causou danos ao DNA, encolhimento celular e condensação da cromatina, como demonstrado por análise de fluorescência, além de aumentar as espécies reativas de oxigênio (EROs) (Kalimuthu *et al.*, 2022).



Jangid *et al.* (2024) ressaltam a importância desse fungo na indução de fatores inibitórios da progressão cancerígena, incluindo a apoptose. Além disso, o gênero *Aspergillus* e suas diversas espécies têm sido associados a efeitos anticâncer, como evidenciado pelos estudos sobre citotoxicidade e indução de apoptose.

O extrato etanólico de *Cordyceps militaris* mostrou ser capaz de induzir apoptose através da clivagem de PARP-1 e das caspases 3 e 7, e ainda estimular a atividade de células T antitumorais que atacam células cancerígenas (Quan *et al.*, 2020). Thepmalee *et al.* (2024) confirmaram esses achados, observando um efeito antiproliferativo dependente da dose do extrato. O estudo também mostrou que o extrato de *C. militaris* interage com os receptores FasR e DR nas células cancerígenas, promovendo a morte celular. Além disso, Hu *et al.* (2022) demonstraram que o extrato é capaz de induzir apoptose na linhagem A549 (câncer de pulmão), de maneira também dose-dependente, promovendo a ativação de proteínas associadas à piroptose e apoptose. De maneira semelhante, Lee *et al.* (2019, apud Gariboldi *et al.*, 2023) reportaram que esse extrato inibe a proliferação celular em linhagens de MCF-7, também através de apoptose.

O extrato de *Trichoderma atroviride* O1, contendo peptaibol, mostrou efeitos antiproliferativos na linhagem MCF-7. Vale destacar que os extratos que continham peptaibols só exibiram efeitos antiproliferativos a partir do 10º dia de cultivo e sob regimes de claro-escuro, com o fungo exposto à luz em intervalos específicos. Estudos adicionais indicam que o peptaibol tem maior afinidade pelas células cancerígenas do que pelas células de mama normais, conforme análises de citometria de fluxo (Viglaš *et al.*, 2021; Moret *et al.*, 2023), o que sugere uma seletividade aumentada para as células tumorais.

Outros componentes, como os polissacarídeos extraídos de *Trichoderma polyzona* CU07, induziram aceleração de apoptose tanto inicial quanto tardia, em níveis superiores aos observados com a cisplatina, reduzindo a viabilidade celular e aumentando a citotoxicidade, o que resultou na supressão da proliferação celular (Kurniawan *et al.*, 2023). Não foram encontrados estudos recentes sobre o uso do extrato de *T. polyzona* CU07 em câncer de mama.

O extrato de *Ganoderma resinaceum*, produzido por meio de infusão em água quente, foi eficaz contra o câncer de mama, reduzindo a viabilidade celular em testes *in vitro* (Rašeta *et al.*, 2024). *G. lucidum*, outra espécie do gênero *Ganoderma*, também demonstrou efeitos anticâncer, com capacidade de induzir a morte celular por meio da ativação do sistema imune, incluindo a produção de interleucinas e fator de necrose tumoral (Cancemi *et al.*, 2024). Toson *et al.* (2025) também confirmaram a atividade antiproliferativa de diversas espécies de *Ganoderma*, incluindo *G. resinaceum*, em modelos



de carcinoma hepatocelular (HepG2) e carcinoma ductal de mama (T-47D), com destaque para a indução de morte celular programada e a interrupção do ciclo celular.

Por fim, a Citrinina, um metabólito secundário encontrado em espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Monascus* e *Penicillium*, demonstrou alta atividade antiproliferativa, ativando caspases (3, 6, 7, 9), a proteína p53, o canal BAX/BAK e gerando EROs, conforme Menezes *et al.* (2023). Oliveira Filho *et al.* (2021) confirmaram o efeito apoptótico da citrinina em modelo *in vivo* de carcinoma mamário. Contudo, Kamle *et al.* (2022) alertaram sobre a hepatotoxicidade da citrinina, embora Moura *et al.* (2024) tenham mostrado que o encapsulamento lipossomal da citrinina (LP-CIT) pode reduzir os efeitos tóxicos e genotóxicos em células hepáticas.

Em síntese, os compostos derivados de fungos têm demonstrado efeitos antiproliferativos promissores, destacando-se a hialodendrina, citrinina e o extrato de *Cordyceps militaris*. No entanto, a transição desses compostos para ensaios clínicos será crucial para avaliar sua viabilidade como agentes terapêuticos. Além disso, fatores como segurança, dosagem ideal e possíveis efeitos adversos, especialmente em relação à citrinina, devem ser considerados. Estudos futuros devem explorar novas abordagens de modificação e administração, visando otimizar a eficácia desses compostos e reduzir os efeitos colaterais associados. A busca por extratos fúngicos com propriedades imunomoduladoras e anticancerígenas pode abrir novas portas para tratamentos mais eficazes e menos tóxicos no combate ao câncer de mama.

4. CONCLUSÃO

Os dados apresentados evidenciam que as substâncias, extratos e micotoxinas discutidos têm um potencial anticâncer de mama promissor. Embora algumas apresentem mecanismos mais complexos para ativar vias apoptóticas, todas compartilham propriedades antiproliferativas que contribuem substancialmente para a inibição do crescimento celular tumoral.

Além disso, ainda existem diversas outras substâncias de origem fúngica que merecem investigação, pois podem ter efeitos igualmente eficazes contra o câncer. Este campo de estudo está em plena expansão e tem grande potencial para desenvolver novas alternativas terapêuticas para as neoplasias malignas, especialmente aquelas resistentes aos tratamentos convencionais.

É importante frisar que os estudos discutidos nesta revisão são, na sua maioria, pré-clínicos, realizados em modelos *in vitro* e *in vivo*. Portanto, ainda são necessários mais experimentos rigorosos para avaliar a segurança e a eficácia desses compostos em humanos. A pesquisa deve também focar na avaliação dos possíveis efeitos adversos que essas substâncias possam causar em células ou tecidos



saudáveis, com vistas ao desenvolvimento de abordagens terapêuticas seguras, como nanoformulações que possam proporcionar uma maior seletividade para células cancerígenas.

A continuidade das pesquisas nesse campo é fundamental, pois traz a esperança de alternativas terapêuticas inovadoras e mais eficazes no combate ao câncer de mama e, potencialmente, a outras formas de câncer. Assim, a ciência caminha para abrir novas portas no tratamento de uma das doenças mais desafiadoras da medicina moderna.

REFERÊNCIAS

CANCEMI, Gabriella *et al.* Exploring the therapeutic potential of *Ganoderma lucidum* in cancer. **Journal of Clinical Medicine**, [s.l.], v. 13, n. 4, p. 1153, fev. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm13041153>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0383/13/4/1153>. Acesso em: 21 fev. 2025.

DEZAIRE, Ambre *et al.* Secondary metabolites from the culture of the marine-derived fungus *Paradendryphiella salina* PC 362H and evaluation of the anticancer activity of its metabolite hyalodendrin. **Marine drugs**, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 191, abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/md18040191>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-3397/18/4/191>. Acesso em: 21 fev. 2025.

GARIBOLDI, Marzia Bruna *et al.* Anti-cancer potential of edible/medicinal mushrooms in breast cancer. **International journal of molecular sciences**, [s.l.], v. 24, n. 12, p. 10120, jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms241210120>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/12/10120>. Acesso em: 21 fev. 2025.

HU, Zixuan *et al.* *Cordyceps militaris* extract induces apoptosis and pyroptosis via caspase-3/PARP/GSDME pathways in A549 cell line. **Food science & nutrition**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 21-38, jan. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2636>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/fsn3.2636>. Acesso em: 21 fev. 2025.

JANGID, Himanshu *et al.* Bioprospecting of *Aspergillus sp.* as a promising repository for anti-cancer agents: a comprehensive bibliometric investigation. **Frontiers in microbiology**, [s.l.], v. 15, p. 1379602, mai. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1379602>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2024.1379602/full>. Acesso em: 21 fev. 2025.

JĘDRZEJEWSKI, Tomasz *et al.* Extract from the *Coriolus versicolor* fungus as an anti-inflammatory agent with cytotoxic properties against endothelial cells and breast cancer cells. **International Journal of Molecular Sciences**, [s.l.], v. 21, n. 23, p. 9063, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21239063>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/21/23/9063>. Acesso em: 21 fev. 2025.

KALIMUTHU, Arjun Kumar *et al.* Cytotoxic potential of bioactive compounds from *Aspergillus flavus*, an endophytic fungus isolated from *Cynodon dactylon*, against breast cancer: experimental and computational approach. **Molecules**, [s.l.], v. 27, n. 24, p. 8814, dez. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27248814>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/24/8814>. Acesso em: 21 fev. 2025.

KAMLE, Madhu *et al.* Citrinin mycotoxin contamination in food and feed: Impact on agriculture, human health, and detection and management strategies. **Toxins**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 85, jan. 2022. DOI:



<https://doi.org/10.3390/toxins14020085>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6651/14/2/85>. Acesso em: 21 fev. 2025.

KURNIAWAN, Budi *et al.* Antiproliferative activity and apoptosis-inducing effects of *Trametes polyzona* polysaccharides against human breast cancer cells. **Biomedical Reports**, [s.l.], v. 19, n. 5, p. 83, set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3892/br.2023.1665>. Disponível em: <https://www.spandidos-publications.com/10.3892/br.2023.1665>. Acesso em: 21 fev. 2025.

LIU, Jiatong *et al.* Reactive oxygen species (ROS) scavenging biomaterials for anti-inflammatory diseases: from mechanism to therapy. **Journal of hematology & oncology**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 116, nov. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13045-023-01512-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13045-023-01512-7>. Acesso em: 21 fev. 2025.

LIU, Yanqing *et al.* Understanding the complexity of p53 in a new era of tumor suppression. **Cancer cell**, [s.l.], v. 42, n. 6., p. 946-967, jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2024.04.009>. Disponível em: [https://www.cell.com/cancer-cell/fulltext/S1535-6108\(24\)00133-8](https://www.cell.com/cancer-cell/fulltext/S1535-6108(24)00133-8). Acesso em: 21 fev. 2025.

MAKHLLOUFI, Hind *et al.* *In vitro* Antiproliferative Activity of Echinulin Derivatives from Endolichenic Fungus *Aspergillus sp.* against Colorectal Cancer. **Molecules**, [s.l.], v. 29, n. 17, p. 4117, ago. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules29174117>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/29/17/4117>. Acesso em: 21 fev. 2025.

MENEZES, Ag-Anne Pereira Melo de *et al.* Citrinin as a potential anti-cancer therapy: a comprehensive review. **Chemico-Biological Interactions**, [s.l.], v. 381, [s.n.], p. 110561, mai. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2023.110561>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009279723002284?via%3Dihub>. Acesso em 21 fev. 2025.

MORET, Francesca *et al.* Anticancer and targeting activity of phytopharmaceutical structural analogs of a natural peptide from *Trichoderma longibrachiatum* and related peptide-decorated gold nanoparticles. **International Journal of Molecular Sciences**, [s.l.], v. 24, n. 6, p. 5537, mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms24065537>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/6/5537>. Acesso em: 21 fev. 2025.

MOURA, Michely Laiany Vieira *et al.* Advances in Antitumor Effects Using Liposomal Citrinin in Induced Breast Cancer Model. **Pharmaceutics**, [s.l.], v. 16, n. 2, p. 174, jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16020174>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4923/16/2/174#B5-pharmaceutics-16-00174>. Acesso em: 20 fev. 2025.

NAEEM, Abid *et al.* Natural Products as Anticancer Agents: Current Status and Future Perspectives. **Molecules**, [s.l.], v. 27, n. 23, p. 8367, nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27238367>. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9737905/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

OLIVEIRA FILHO, José Williams Gomes de *et al.* Citrinin against breast cancer: A cytogenotoxicological study. **Phytotherapy research : PTR**, [s.l.], v. 35, n. 1, p. 504-516, jan. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.6830>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ptr.6830>. Acesso em: 21 fev. 2025.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Preventing cancer**, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/activities/preventing-cancer>. Acesso em: 20 fev. 2025.

PAN, Qi *et al.* Knockdown of POLQ interferes the development and progression of hepatocellular carcinoma through regulating cell proliferation, apoptosis and migration. **Cancer Cell International**,



[s.l.], v. 21, p. 1-13, set. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12935-021-02178-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12935-021-02178-2>. Acesso em: 21 fev. 2025.

PENG, Bou-Yue *et al.* AGA induces sub-G1 cell cycle arrest and apoptosis in human colon cancer cells through p53-independent/p53-dependent pathway. **BMC cancer**, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 1, jan. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12885-022-10466-x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12885-022-10466-x>. Acesso em: 21 fev. 2025.

QUAN, Xingguo *et al.* *Cordyceps militaris* induces immunogenic cell death and enhances antitumor immunogenic response in breast cancer. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, [s.l.], v. 2020, n. 1, p. 9053274, jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/9053274>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2020/9053274>. Acesso em: 21 fev. 2025.

RAŠETA, Milena *et al.* *Ganoderma pfeifferi* Bres. and *Ganoderma resinaceum* Boud. as Potential Therapeutic Agents: A Comparative Study on Antiproliferative and Lipid-Lowering Properties. **Journal of Fungi**, [s.l.], v. 10, n. 7, p. 501, jul. 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof10070501>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2309-608X/10/7/501>. Acesso em: 21 fev. 2025.

SHARMA, Mahima *et al.* Diversity, Antimicrobial, Antioxidant, and Anticancer Activity of Culturable Fungal Endophyte Communities in *Cordia dichotoma*. **Molecules**, [s.l.], v. 28, n. 19, p. 6926, out. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28196926>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/19/6926>. Acesso em: 21 fev. 2025.

SILVA, Lucilene Rodrigues da *et al.* Alterações orais, prevenção e manejo em pacientes submetidos à quimioterapia e radioterapia: revisão integrativa de literatura. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 10, p. 1535-1546, out. 2024. DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n10p1535-1546>. Disponível em: <https://bjih.emnuvens.com.br/bjih/article/view/3817/3960>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SUHAIL, Yasir *et al.* Biologia de sistemas da metástase do câncer. **Cell Systems**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 109-127, ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cels.2019.07.003>. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6716621/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SUNG, Hyuna *et al.* Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, [s.l.], v. 71, n. 3, p. 191-280, mai. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3322/caac.21660>. Disponível em: <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3322/caac.21660>. Acesso em: 20 fev. 2025.

THEPMALEE, Chutamas *et al.* Enhancing cancer immunotherapy using cordycepin and *Cordyceps militaris* extract to sensitize cancer cells and modulate immune responses. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 21907, set. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72833-x>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-72833-x#citeas>. Acesso em: 21 fev. 2025.

TOSON, Elshahat A. *et al.* *In vitro* antitumor effects of methanolic extracts of three *Ganoderma mushrooms*. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 15, n. 1, p. 2274, jan. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-86162-0>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-025-86162-0>. Acesso em: 21 fev. 2025.

VÍGLAŠ, Ján *et al.* Peptaibol-containing extracts of *Trichoderma atroviride* and the fight against resistant microorganisms and cancer cells. **Molecules**, [s.l.], v. 26, n. 19, p. 6025, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26196025>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/19/6025>. Acesso em: 21 fev. 2025.

