

ÓLEO ESSENCIAL DO ZINGIBER OFFICINALE ROSCOE FRENTE A INFECÇÕES FÚNGICAS: REVISÃO INTEGRATIVA

ZINGIBER OFFICINALE ROSCOE ESSENTIAL OIL FOR FUNGAL INFECTIONS: INTEGRATIVE REVIEW

Leidiane de Lima Pimentel¹
Cintia da Silva Oliveira²
Lilian Filadelfa Lima dos Santos Leal³
Maria da Conceição Aquino de Sá⁴
Jorge Messias Leal do Nascimento⁵

RESUMO: Dado ao grande impacto que os patógenos fúngicos apresentam sobre a saúde humana e ao aumento da resistência fúngica aos medicamentos utilizados no tratamento destes, a busca por medidas terapêuticas alternativas com menos efeitos secundários se fez necessária, no intuito de combater essa resistência. O uso dos óleos essenciais surge como uma possibilidade, e dentre eles, está o óleo do *Zingiber officinale* Roscoe, devido ao seu efeito antimicrobiano. Objetivou-se realizar uma revisão integrativa sobre o potencial uso do *Z. officinale* e os efeitos do óleo essencial como agente antimicrobiano frente a infecções fúngicas. Trata-se de uma revisão integrativa de literatura, nas bases de dados LILACS, PubMed e MEDLINE. Entre 981 artigos encontrados, utilizando como critérios de inclusão artigos dos últimos 20 anos, em português, inglês que fossem pertinentes com a temática, assim foi realizada a leitura do título e resumo de cada achado e foram selecionados 58 artigos para leitura completa, sendo a amostra final da pesquisa, 19 artigos, sendo 14 deles especificamente sobre o uso do *Z. officinale* como antifúngico. Os resultados agrupados deste estudo mostraram que, em relação aos grupos controle, os efeitos da utilização de *Z. officinale* de forma tópica foram estatisticamente significativos. Alguns demonstram efeito mínimo a nível sérico, além disso, a alta heterogeneidade desapareceu nas análises de subgrupo por idade, duração, dose e qualidade. A análise atual mostrou que a suplementação e utilização tópica do óleo essencial de *Z. officinale* teve um efeito significativo nos marcadores séricos de inflamação e antifúngico. Sendo assim, o potencial antifúngico do óleo essencial do *Z. officinale* Roscoe foi confirmado por meio dos resultados dos achados científicos.

1200

Palavras-chave: Controle de infecções. Fungos. Gengibre.

ABSTRACT: Given the great impact that fungal pathogens have on human health and the increase in fungal resistance to drugs used in their treatment, the search for alternative therapeutic measures with fewer side effects was necessary in order to combat this resistance. The use of essential oils appears as a possibility, and among them is *Zingiber officinale* Roscoe oil, due to its antimicrobial effect. The objective was to carry out an integrative review on the potential use of *Z. officinale* and the effects of the essential oil as an antimicrobial agent against fungal infections. This is an integrative literature review, in LILACS, PubMed and MEDLINE databases. Among 981 articles found, using as inclusion criteria articles from the last 20 years, in Portuguese, English that were relevant to the theme, thus the title and abstract of each finding were read and 58 articles were selected for complete reading, being the final sample of the research, 19 articles, 14 of them specifically about the use of *Z. officinale* as an antifungal.

¹Discente do curso de Enfermagem da Faculdade UniBRAS de Juazeiro-BA.

² Discente do curso de Enfermagem da Faculdade UniBRAS de Juazeiro-BA.

³ Mestranda em Ciências da Saúde e Biológicas, UNIVASF.

⁴Docente do curso de Enfermagem da Faculdade UniBRAS de Juazeiro-BA.

⁵ Docente do curso de Enfermagem da Faculdade UniBRAS de Juazeiro-BA. E-mail: jorge.nascimento@brasiliaeeducacional.com.br.

The pooled results of this study showed that, in relation to the control groups, the effects of topically using *Z. officinale* were statistically significant. Some demonstrate minimal effect at the serum level, in addition, high heterogeneity disappeared in subgroup analyzes by age, duration, dose and quality. Current analysis showed that supplementation and topical use of *Z. officinale* essential oil had a significant effect on serum inflammation and antifungal markers. Therefore, the antifungal potential of the essential oil of *Z. officinale* Roscoe was confirmed through the results of the scientific findings.

Keywords: Infection control. fungi. Ginger.

INTRODUÇÃO

Infecções fúngicas têm um grande impacto na morbidade e mortalidade humana, porém, as consequências dessas doenças na saúde humana não foram amplamente avaliadas. Além disso, apesar da necessidade urgente de testes diagnósticos eficazes e de novas drogas e vacinas seguras e eficazes, os estudos da fisiopatologia das infecções fúngicas humanas acabam ficando atrás das doenças causadas por outros patógenos (BROWN, 2012).

Além de aumentar as infecções fúngicas, a contaminação por micotoxinas tornou-se uma questão importante nos últimos anos. Tanto o crescimento de fungos quanto a contaminação por micotoxinas podem resultar em riscos à saúde (AYSEGUL et al., 2020)

Desta forma os óleos essenciais (OEs) surgiram como uma fonte promissora de produtos naturais devido à abundância de compostos bioativos que conferem seus efeitos farmacológicos (SILVA et al., 2017). Os OEs têm sido tradicionalmente utilizados nos últimos anos em várias culturas para fins medicinais e de saúde. Nos últimos tempos, devido às suas atividades antimicrobianas bem documentadas, os OEs consolidaram seu uso na saúde e clínica (DONATO et al., 2020).

Por muitos anos, inúmeras pesquisas científicas em patologia humana se concentraram nos óleos essenciais em relação aos seus efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios e ansiolíticos, e pouco se concentram em estudar suas ações antifúngicas. Atualmente, os principais óleos essenciais estudados por sua atividade antifúngica são o óleo de tomilho, rico em timol e carvacrol, óleo de melaleuca rico em terpenos e óleo de hortelã-pimenta ou cravo, embora muitos outros também tenham se mostrado eficazes contra fungos como é o caso do *Zingiber officinale* Roscoe (D'AGOSTINO et al., 2019).

Os patógenos fúngicos apresentam um grande impacto na saúde humana podendo causar infecções que variam de superficiais à invasivas. As infecções superficiais mais comuns são as de pele e unhas. Outras doenças que aparecem cotidianamente são as infecções das mucosas oral,

comuns em bebês e usuários de próteses dentárias, e genital, principalmente as vulvovaginites (BROWN, 2012).

Uma questão que tornou-se preocupante quanto a ação fúngica é a resistência do biofilme fúngico, envolvendo algumas barreiras físicas básicas e alguns processos regulatórios complexos. As evidências coletadas na última década sugerem que, à medida que o biofilme muda de um fenótipo aderente para um biofilme complexo, são utilizados diferentes mecanismos de resistência, fazendo assim, com que se tornem necessários estudos de alternativas antifúngicas como é o caso do óleo essencial de gengibre (RAMAGE et al., 2012).

Zingiber officinale Roscoe é uma das ervas medicinais mais antigas e exibiu uma ampla gama de bioatividade como anticancerígena, neuroprotetora, anti diabética, protetora cardiovascular e antiemética. Além disso, a atividade antifúngica do óleo essencial de *Zingiber officinale* (ZOEO) já foi relatada contra *Fusarium verticillioides*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *Candida albicans*, *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus solani* entre outros (SINGH et al., 2021).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão integrativa sobre o potencial uso do *Zingiber officinale Roscoe* e os efeitos do óleo essencial como agente antifúngico no combate e controle de infecções fúngicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma revisão integrativa com abordagem qualitativa a respeito do tema: a importância da ação antifúngica de óleos essenciais do *Zingiber officinale Roscoe* em benefício da saúde.

Entre 981 artigos encontrados, foram selecionados 58 artigos para leitura completa, a amostra final da pesquisa, 19 artigos sendo 14 deles especificamente sobre o uso do *Z. officinale* como antifúngico. Onde os critérios de inclusão foram: artigos das bases de dados PubMed/NCBI LILACS e MEDLINE, que estivessem no período de 2002 até 2022, em português e inglês, pertinentes ao assunto abordado, para que fossem encontrados resultados mais próximos ao objetivo do estudo. Para isto, foram utilizados os seguintes descritores: Controle de infecções; Infecções fúngicas; Gengibre; Óleo essencial.

Fez-se necessário a utilização do descritor “*Zingiber officinale*” para ampliarmos a busca dos artigos, já que é a nomenclatura mais utilizada para gengibre dentro da literatura encontrada. A partir dos descritores, foram realizados os cruzamentos em pesquisa avançada utilizando os operadores booleanos AND e OR a fim de otimizar as buscas dentro dos bancos.

Em todos os cruzamentos foram aplicados primeiramente filtros como: Idioma (Português e Inglês) e Tempo (últimos 20 anos) sendo este último tendo um intervalo maior pela escassez de resultados.

Em seguida, os artigos foram analisados pelo título e posteriormente, dos resultados do segundo filtro (leitura de resumo), foram retiradas as repetições e analisados pelo conteúdo, resultando em 14 artigos. Alguns artigos foram utilizados dentro do estudo por serem relevantes à temática, mas não foram inseridos na análise da revisão por não trazerem resultados sobre a utilização do *Zingiber officinale Roscoe*.

Os procedimentos foram organizados da seguinte forma: 1) a primeira etapa foi a definição da temática da pesquisa; 2) na segunda etapa foram definidos os critérios de inclusão e exclusão; 3) nesta etapa as bases de dados foram selecionadas e realizada a busca dos artigos; 4) foi realizada a análise dos dados; 5) etapa de discussão dos achados; 6) na última etapa os dados foram sintetizados.

Dentro dessas premissas, a pesquisa deu origem a um panorama detalhado de informações, que forneceram subsídios que corroboram de forma relevante para este trabalho evidenciando a importância da ação antifúngica do óleo essencial de *Zingiber officinale Roscoe* em prol da saúde. Foram excluídos os artigos que não abordam a temática referente ao gengibre, que não foram encontrados nas bases de dados descritas acima e aqueles que não apresentaram resultado com informações satisfatórias sobre a temática.

1203

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a seleção dos artigos científicos, seguindo os critérios metodológicos apresentados acima, obteve-se um total de 981 artigos nas bases de dados LILACS, PubMed e MEDLINE, dos quais, foram rigorosamente selecionados 14 estudos para compor a amostra desta revisão integrativa.

Para que seja feita uma análise dos resultados a escolha da mais adequada é avaliar os resultados de maneira imparcial, buscando explicações em cada estudo para as variações nos resultados encontrados (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Sendo assim, segue a tabela com os objetivos dos estudos analisados e seus respectivos achados sobre a ação fúngica do *Zingiber officinale Roscoe*:

Tabela 1 – Dados dos artigos incluídos na revisão e resultado alcançado em cada estudo

REFERÊNCIA	OBJETIVO	AÇÃO ANTIFÚNGICA
LÓPEZ et al., 2005	Avaliar a suscetibilidade de cepas bacterianas e fúngicas à atividade farmacológica dos óleos essenciais.	Nos testes de difusão sólida, canela e cravo deram a inibição mais forte (e muito semelhante), seguido por manjerição e alecrim, com endro e gengibre dando a inibição mais fraca. Os fungos foram os microrganismos mais sensíveis, seguidos pelas cepas bacterianas Gram-positivas.
POZZATTI et al., 2008	Avaliar a atividade antifúngica de óleos essenciais selecionados obtidos de plantas usadas como especiarias contra <i>Candida spp.</i>	Os resultados mostraram que os óleos essenciais de canela, orégano mexicano, orégano, tomilho e gengibre apresentam diferentes níveis de atividade antifúngica. Os óleos essenciais de orégano e gengibre foram os mais e os menos eficientes, respectivamente.
CASTRO, R.D., LIMA, E. O., 2011	Identificar a atividade antifúngica de óleos essenciais sobre cepas de <i>Candida</i> envolvidas com infecções da cavidade bucal.	Foi observada expressiva atividade antifúngica dos óleos essenciais de <i>C. zeylanicum</i> , <i>C. aurantifolia</i> e <i>M. piperita</i> , que apresentaram diâmetros de halos de inibição de crescimento microbiano de até, respectivamente, 48 mm, 30 mm e 19 mm. Ainda foi possível identificar que 66,7% das cepas ensaiadas mostraram-se resistentes aos óleos essenciais de <i>C. reticulata</i> , <i>M. chamomilla</i> , <i>E. uniflora</i> e <i>Z. officinale</i> .
YAMAMOTO-RIBEIRO et al., 2013	Avaliou os efeitos do óleo essencial de gengibre (GEO) contra o crescimento de <i>F. verticillioides</i> e posterior produção de fumonisinas.	GEO inibiu o crescimento de <i>F. verticillioides</i> com CIM de 2500 µg/mL. Essa atividade é atribuível à natureza hidrofóbica dos óleos essenciais que causa a perda da integridade da membrana e vazamento de material celular. Esses dados sugerem que o GEO pode ser usado para controlar a presença de <i>F. verticillioides</i> e seus metabólitos tóxicos.
AYSEGUL et al., 2020	Fornecer uma visão geral da literatura atual sobre óleos essenciais principalmente em antifúngico e antimicotoxigênico, mas também suas atividades antibacterianas e antioxidantes.	O número de estudos sobre os efeitos antifúngicos e antimicotoxigênicos ainda não atingiu níveis suficientes.
CASTRO et al., 2020	Avaliar a ação antifúngica e antimicotoxigênica de óleos essenciais (OEs) de <i>Zingiber officinale</i> , <i>Cinnamomum zeylanicum</i> e <i>Cymbopogon martinii</i> contra <i>Fusarium verticillioides</i> , um fungo deteriorante e toxigênico.	A redução micelial de <i>F. verticillioides</i> foi observada quando os OEs foram utilizados, e a menor atividade foi detectada no OE de <i>Z. officinale</i> . No geral, os OEs testados promoveram danos estruturais na parede celular do fungo, diminuição do tamanho dos conídios e redução do micélio. A avaliação antimicotoxigênica dos OEs evidenciou redução significativa ($p < 0,05$) na produção de fumonisinas B ₁ e B ₂ com todos os OEs avaliados no estudo.

CISAROVÁ et al., 2016	Avaliar a atividade antifúngica e antitoxinogênica de 15 óleos essenciais (OEs) contra três fungos do gênero <i>Aspergillus</i> (<i>A. parasiticus</i> KMi-227-LR, <i>A. parasiticus</i> KMi-220-LR e <i>A. flavus</i> KMi-202-LR).	Os óleos essenciais exibiram um potencial atividade de inibição contra fungos tóxicos, porém, estes afetaram apenas a produção da micotoxina AFB 1.
FERREIRA et al., 2018	Avaliar os efeitos antifúngicos e antimicotoxigênicos do óleo essencial de <i>Zingiber officinale</i> Roscoe (GEO) sobre <i>Fusarium graminearum</i> Schwabe <i>in vitro</i> .	Os resultados indicaram que o GEO inibiu a produção de ergosterol na concentração de 1000 µg/mL e a produção de DON na concentração de 500 µg/mL, evidenciando que o efeito antimicotoxigênico é independente do efeito antifúngico devido a sua provável ação direta sobre a biossíntese da toxina.
SILVA et al., 2018.	Realizar um levantamento acerca da importância da ação antioxidante de óleos essenciais de plantas medicinais para o benefício da saúde.	Muitas espécies vegetais são ricas fontes de óleos essenciais, o que tem desencadeado cada vez mais pesquisas sobre produtos naturais para fins farmacológicos, cosméticos e nutricional. Dentre as inúmeras propriedades conferidas aos óleos essenciais é possível destacar a antimicrobiana, antifúngica, antioxidante e repelente dentre outras
D'AGOSTINO et al., 2019	Fornecer informações sobre o efeito antifúngico de alguns óleos essenciais importantes e descrever os avanços feitos na determinação do mecanismo de ação com mais precisão	Os efeitos antifúngicos desses óleos, isoladamente ou em combinação com antifúngicos pré-existentes, seriam uma solução muito interessante para melhorar as falhas terapêuticas relacionadas ao surgimento de cepas resistentes e aumento de tratamentos imunossupressores na medicina.
KIM; EOM, 2021	Avaliar os efeitos antifúngicos e antibiofilme do 6-shogaol contra <i>Candida auris</i> usando análises fenotípicas e genotípicas <i>in vitro</i> .	Tendo em vista a considerável eficiência antifúngica, inibição de AFB 1 e inibição multi-regime do óleo essencial de <i>Zingiber officinale</i> e seu composto verbenol, investigações práticas adicionais são garantidas contra <i>A. flavus</i> e AFB 1.
SINGH et al., 2021	Revelar o potencial antifúngico e anti-AFB 1 de óleo essencial <i>Zingiber officinale</i> (ZOEO) quimicamente caracterizado, decifrando o mecanismo subjacente às suas ações fungicidas e inibitórias da aflatoxina B 1	Obteve-se considerável eficiência antifúngica, inibição de AFB 1 e inibição multi-regime de ZOEO e seu composto verbenol, investigações práticas adicionais são garantidas contra <i>A. flavus</i> e AFB 1
KALHORO et al., 2022	Avaliar as propriedades fungicidas dos óleos essenciais de gengibre.	Experimentos repetidos mostraram que a concentração de óleo essencial de gengibre (1250 ppm) provou ser a menor dose para obter 100% de inibição do crescimento fúngico e germinação de esporos, formação de esporângios e avaliação de necrose foliar.

Embora haja escassez no quantitativo de estudos sobre a temática levantada, os 14 artigos selecionados apresentaram resultados que confirmam o potencial antifúngico do óleo essencial do *Z. officinale* na maior parte dos estudos realizados.

Dentre as análises, observou-se que o óleo essencial de gengibre (GEO) inibiu o crescimento da *Fusarium verticillioides* devido à sua natureza hidrofóbica, causando perda da integridade da membrana. A atividade fungicida do GEO foi confirmada sobre a *Fusarium graminearum* através da quantificação do ergosterol, onde altas quantidades do OE promovem a redução do crescimento fúngico (YAMAMOTO-RIBEIRO et al., 2013).

Alguns resultados demonstraram a inibição apenas de determinados tipos de componentes químicos como o da produção de ergosterol na concentração de 1000 µg/mL e a produção de DON na concentração de 500 µg/mL, evidenciando que o efeito antimicotoxigênico que é independente do efeito antifúngico devido a sua provável ação direta sobre a biossíntese da toxina (FERREIRA et al., 2018).

Esse mesmo resultado de inibição de apenas um composto se repete no estudo realizado por Cisarová et al. (2016) onde os óleos essenciais exibiram uma atividade potencial de inibição contra fungos tóxicos, porém, estes afetaram apenas a produção de AFB₁ que é uma das micotoxinas presentes nos fungos estudados. 1206

Entretanto estudos como o de Castro et al. (2020) mostram que o comparado a outros produtos naturais o óleo essencial do *Z. officinale* obteve menores resultados antifúngicos já que no caso a redução micelial de *F. verticillioides* foi observada quando os OEs foram utilizados, e a menor atividade foi detectada no OE de *Z. officinale*. Sendo assim pode-se perceber que é necessário que haja mais estudos sobre a ação do óleo essencial de *Z. officinale*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da necessidade urgente de testes diagnósticos eficazes e de novas drogas e vacinas seguras e eficazes, os estudos da fisiopatologia das infecções fúngicas humanas ficam atrás das doenças causadas por outros patógenos. Uma das principais razões por trás disso é o impacto no tratamento, pois os tratamentos antifúngicos geralmente falham e exigem intervenção cirúrgica.

Isso coloca um enorme fardo financeiro para os prestadores de serviços de saúde. Os resultados desses estudos sugerem uma aplicação clínica promissora dos óleos essenciais, e mais estudos *in vivo* com um grande número de pacientes são urgentemente necessários para validar o potencial clínico dos óleos essenciais.

Em alguns casos outros componentes demonstraram ter resultados antifúngicos melhores que o do óleo essencial de *Zingiber officinale*, porém, isso só demonstra que deve-se investir em mais pesquisas para que se obtenha dados concretos da eficácia do princípio ativo e em quais componentes ele age de forma mais satisfatória. A análise dos artigos desta revisão integrativa comprovou o potencial antifúngico do óleo essencial de *Zingiber officinale* Roscoe por meio dos resultados de suas pesquisas, mesmo que ainda haja escassez de dados na literatura.

REFERÊNCIAS

1. BROWN, G. D., DENNING, D. W., GOW, N. A. R., LEVITZ, S. M., NETEA, M. G., WHITE, T. C. Hidden killers: Human fungal infections. **Science Translational Medicine**, v. 4, n. 165, p.165, 2012. DOI: <https://www.science.org/doi/10.1126/scitranslmed.3004404>.
2. CASTRO, J. C., PANTE, G. C., CENTENARO, B. M., ALMEIDA, R. T. R., PILAU, E. L., FILHO, B. P. D., MOSSINI, S. A. G., FILHO, B. A. A., MATIOLI, G., JUNIOR, M. M. Antifungal and antimycotoxigenic effects of *Zingiber officinale*, *Cinnamomum zeylanicum* and *Cymbopogon martinii* essential oils against *Fusarium verticillioides*. **Food Additives and Contaminants**, v. 37, p. 1531-1541, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/19440049.2020.1778183>.
3. CASTRO, R. D., LIMA, E. O. Screening da Atividade Antifúngica de Óleos Essenciais sobre Cepas de Candida. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, vol.11, n.3, p. 341-345, 2011. DOI: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63722164006>.
4. CISAROVÁ, M., TANCINOVÁ, D., MEDO, J., KACÁNIOVÁ, M. The in vitro effect of selected essential oils on the growth and mycotoxin production of *Aspergillus* species. **Journal of Environmental Science and Health**, vol.51, n, 10, p. 668-674. DOI: <https://doi.org/10.1080/03601234.2016.1191887>.
5. D'AGOSTINO, M., TESSE, N., FRIPPIAT, J. P., MACHOUART, M., DEBOURGOGNE, A. Essential oils and their natural active compounds presenting antifungal properties. **Molecules**, v. 24, n. 20, p. 3713, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24203713>.
6. DONATO, R., SACCO, C., PINI, G., BILIA, A. R. Antifungal activity of different essential oils against *Malassezia* pathogenic species. **Journal of Ethnopharmacology** v. 249, p. 112376, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112376>.
7. FERREIRA, F. M. D., HIROOKA, E. Y., FERREIRA, F. D., SILVA, M. V., MOSSINI, S. A. G., MACHINSKI JR, M. Effect of *Zingiber officinale* Roscoe essential oil in fungus control and deoxynivalenol production of *Fusarium graminearum* Schwabe in vitro. **Food Additives and Contaminants**, v. 35, n. 11, p. 2168-2174, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/19440049.2018.1520397>.
8. FELŠŮCIOVÁ, S., KACÁNIOVÁ, M., HORSKÁ, E., VUKOVIC, N., HLEBA, L., PETROVÁ, J., ROVNÁ, K., STRICIK, M., HAJDUOVÁ, Z. Antifungal activity of essential oils against selected terverticillate penicillia. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, vol.22, n.1, p. 38-42, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5604/12321966.1141367>.

9. KALHORO, M.T., ZHANG, H., KALHORO, G. M., WANG, F., CHEN, T., FAGIR, Y., NABI, F. Fungicidal properties of ginger (*Zingiber officinale*) essential oils against *Phytophthora colocasiae*. **Scientific Reports**, vol.12, p.2191, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06321-5>.
10. KIM, H. R.; EOM, Y. B. Antifungal and anti-biofilm effects of 6-shogaol against *Candida auris*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 130, n.4, p. 1142-1153, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.14870>.
11. LÓPEZ, P., SÁNCHEZ, C., BATTLEEC, N. Solid- and vapor-phase antimicrobial activities of six essential oils: susceptibility of selected foodborne bacterial and fungal strains. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, vol.53, n.17, p.6939-46, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf050709v>.
12. MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. DE C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>.
13. MUTLU-INGOK, A., DEVECIOGLU, D., DIKMETAS, D. N., KARBANCIOGLU-GULER, F., CAPANOGLU, E. "Antibacterial, Antifungal, Antimycotoxigenic, and Antioxidant Activities of Essential Oils: An Updated Review." **Molecules**, vol. 25, n.20, p. 4711, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25204711>.
14. POZZATTI, P., SCHEID, L. A., SPADER, T. B., ATAYDE, M. L., SANTURIO, J. M., ALVES, S. H. In vitro activity of essential oils extracted from plants used as spices against fluconazole-resistant and fluconazole-susceptible *Candida* spp. **Canadian Journal of Microbiology**, vol.54, n. 11, p. 950-6. DOI: <https://doi.org/10.1139/W08-097>.
15. RAMAGE, G., RAJENDRAN, R., SHERRY, L., WILLIAMS, C. Fungal biofilm resistance. **International Journal of Microbiology**, v. 2012, p. 528521-528521, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/528521>.
16. SILVA, C. B., SILVA, K. B., OLIVEIRA, E. L. S., SOARES, V. F., COSTA, J. G., SANTOS, A. F. A importância da ação antioxidante de óleos essenciais em benefício da saúde. **Diversitas Journal**, vol.2, n.1, p. 52-55, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v2i4.483>.
17. SILVA, F. T., CUNHA, K. F., FONSECA, L. M., ANTUNES, M. D., HALAL, S. L. M., FIORENTINI, A. M., ZAVAREZE, E. R., DIAS, A. R. G. Action of ginger essential oil (*Zingiber officinale*) encapsulated in proteins ultrafine fibers on the antimicrobial control in situ. **International Journal of Biological Macromolecules** vol.118, p.107-115, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.079>.
18. SINGH, P. P., JAISWAL, A. K., KUMAR, A., GUPTA, V., PRAKASH, B. Untangling the multi-regime molecular mechanism of verbenol-chemotype *Zingiber officinale* essential oil

against *Aspergillus flavus* and aflatoxin B₁. **Scientific Reports**, vol.11, n.1, p. 6832, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86253-8>.

19. YAMAMOTO-RIBEIRO, M.M.G., GRESPAN, R., KOHIYAMA, C. Y., FERREIRA, F. D., MOSSINI, S. A. G., SILVA, E. L., FILHO, B. A. A., MIKCHA, J. M. G., JUNIOR, M. M. Effect of *Zingiber officinale* essential oil on *Fusarium verticillioides* and fumonisin production. **Food Chemistry**, vol.141, n.3, p. 3147-52, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.144>.