

ATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Cinnamomum cassia* CONTRA *Staphylococcus aureus*- REVISÃO

Cinnamomum cassia ESSENTIAL OIL ACTIVITY AGAINST *Staphylococcus aureus* – REVIEW

Dra. Ana Lúcia Penteado¹

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Laboratório de Microbiologia
Ambiental, Jaguariúna/SP, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-4537-1097>

analucia.penteado@embrapa.br

¹ Coleta de dados, Discussão dos resultados, Escrita, Revisão e aprovação da versão final do trabalho

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma revisão sobre a atividade do óleo essencial de *Cinnamomum cassia* contra *Staphylococcus aureus* por meio de pesquisas nas bases *Web of Science*, *Science Direct*, *Scopus*, *Lilacs* e *Medline*. Para tanto, foram utilizados artigos que abordam os componentes químicos do óleo essencial (OE) de *Cinnamomum cassia* e sua atividade contra *Staphylococcus aureus* por meio de dados de diâmetro de inibição, Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM), publicados entre 2011 a 2021. De 98 estudos identificados, 26 preencheram os critérios de inclusão. Os componentes químicos mais comumente encontrados no óleo essencial de *C. cassia* foram nesta ordem; cinamaldeído, na forma Trans/E, acetato de cinamila/ benzaldeído e cumarina/ eugenol. Os resultados mostraram que a parte da planta mais utilizada para a produção do óleo essencial foi a casca. Os resultados de CIM indicam que a maioria dos trabalhos apresentou atividade antimicrobiana do OE de *C. cassia* contra *S. aureus* e tiveram como principal resultado o uso deste óleo como um agente antimicrobiano natural no controle de patógenos de origem alimentar. Nas bases *Scopus* e *Web of Science* foi obtido o maior número de artigos.

Palavras-chave: Concentração Bactericida Mínima (CBM). Concentração Inibitória Mínima (CIM). Inibição.

ABSTRACT

The aim of this work was to present a review on the activity of *Cinnamomum cassia* essential oil against *Staphylococcus aureus* through research in the *Web of Science*, *Science Direct*, *Scopus*, *Lilacs* and *Medline* databases. Therefore, articles that address the chemical components of *Cinnamomum cassia* essential oil and its activity against *Staphylococcus aureus* were used through inhibition diameter data, Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (CBM), published between 2011 to 2021. Of 98 identified studies, 26 met the inclusion criteria. The chemical components most commonly found in *C. cassia* essential oil were in this order; Cinnamaldehyde in the form Trans/E, cinnamyl acetate/ benzaldehyde and coumarin/eugenol. The results showed that the most used part of the plant for the production of essential oil was the bark. The MIC results indicate that most of the works showed the antimicrobial activity of *C. cassia* essential oil against *S. aureus* and had as main result the use of this oil as a natural antimicrobial agent in the control of foodborne pathogens. The results showed the *Scopus* and *Web of Science* as the databases where more articles were found.

Keywords: Minimum Bactericidal Concentration (CBM). Minimum Inhibitory Concentration (MIC). Inhibition.

INTRODUÇÃO

A segurança dos alimentos é uma preocupação fundamental tanto para os consumidores quanto para a indústria de alimentos, especialmente porque o número de casos relatados de infecções associadas a alimentos continua a aumentar (CAMPANA et al., 2017). Soma-se a isto o aumento contínuo na ocorrência de infecções bacterianas multirresistentes a antibióticos o que tem levado a uma necessidade urgente de estratégias antibacterianas alternativas dentre estas, interesse no desenvolvimento de agentes antibacterianos de fontes naturais (DOYLE et al., 2019)

Uma fonte potencial de agentes antimicrobianos bem conhecidos na medicina tradicional são os óleos essenciais obtidos de especiarias, ervas e plantas medicinais por destilação, expressão ou extração com solvente (TAREK et al., 2014).

Óleos essenciais (OE) são líquidos voláteis extraídos das plantas que se apresentam na forma de mistura complexa de moléculas químicas. São usados principalmente por suas propriedades organolépticas em muitos produtos industriais e sabe-se que as bactérias expressam diferentes graus de resistência em sua presença (DUSSAULT, 2014).

Pesquisas sobre a atividade antimicrobiana, o mecanismo de ação e o uso potencial de OE tem recebido destaque nas últimas décadas em paralelo com os avanços nas abordagens tradicionais para proteger a saúde de humanos, animais e alimentos contra a presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes (ANDRADE et al., 2014). Acrescenta-se que o surgimento da resistência de microrganismos aos antibióticos comumente usados exigiu o desenvolvimento de novos produtos antimicrobianos (LEITE et al., 2018).

O gênero *Cinnamomum* compreende cerca de 250 espécies que estão distribuídas na Ásia e na Austrália (VIJAYAN, 2018), dentre estas encontra-se a canela (*Cinnamomum cassia*) uma especiaria importante que é amplamente consumida no subcontinente indiano, bem como em várias outras partes do mundo (VIJAYAN, 2018). A casca interna seca da árvore e a casca moída são as formas comerciais da canela (RANJBARYAN, 2019) e seus óleos essenciais destilados ou análogos sintéticos são usados como agentes aromatizantes e conservantes na indústria de alimentos e bebidas (ELUMALAI et al., 2009; ZHU et al., 2016).

Diversos patógenos, veiculados por alimentos e água, entre os quais as bactérias constituem um grande grupo de micro-organismos causadores de doenças. Dentre eles *Staphylococcus aureus* (SANTOS, PICCOLI & TEBALDI, 2017)

tem grande relevância na área da saúde por estar associado a diversas infecções (FREIRE et al., 2014). Este microrganismo faz parte da microbiota natural da pele, e o aumento de sua resistência as drogas normalmente utilizadas tem prejudicado de forma crescente os tratamentos das doenças causadas por ele (LANG & BUCHBAUER, 2011).

O presente trabalho faz uma revisão da literatura científica sobre a atividade e composição do óleo essencial de *C. cassia* contra *S. aureus*. Dados relativos a Concentração Inibitória Mínima (CIM), Concentração Bactericida Mínima (CBM), tamanho do halo de inibição e os principais constituintes do óleo, sua origem, forma de extração e tipo de análise química foram os aspectos analisados neste estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento bibliográfico utilizou as bases *Web of Science*, *Science Direct*, *Scopus*, *Lilacs* e *Medline* durante os meses de janeiro e fevereiro de 2021. As palavras-chave utilizadas foram, *Cinnamomum cassia*, *Staphylococcus aureus* e *essential oil* e selecionados os artigos publicados entre 2011 até 2021 completando 10 anos. Para evitar repetição de localização de artigos em diferentes bases, a busca foi feita manualmente.

Adotaram-se como critérios de inclusão de artigos: (1) artigo original; (2)

somente artigos em inglês, português e espanhol; (3) composição química do óleo essencial descrita no artigo; (4) artigo discute a atividade do óleo essencial contra *S. aureus*. Foram adotados como critério de exclusão de artigos: (1) artigo de revisão; (2) artigos não disponíveis e/ou acessíveis na forma completa; (3) artigos faltante de alguma das palavras chaves; (4) estudos de atividade contra *S. aureus* que em discos teste inocularam o óleo na forma diluída; (5) artigos que testaram o efeito antibacteriano de componentes na forma volátil; (6) artigos em que o óleo essencial de *C. cassia* tiveram sua extração e análise da composição química realizada e publicada em outros trabalhos; (7) artigos que analisaram apenas determinados componentes específicos do óleo essencial; (8) artigos que não especificaram a quantidade (%) de cada componente encontrado no óleo essencial; (9) artigos que apresentaram o resultado apenas do componente principal do óleo essencial, deveria apresentar pelo menos dois deles; (10) artigos publicados em congressos, teses e/ou livros e (11) artigos que analisaram apenas uma fração do óleo essencial.

O primeiro passo foi excluir os artigos em duplicata. Títulos e resumos foram então lidos e os critérios de inclusão e exclusão aplicados. Os artigos aprovados nesses critérios foram lidos integral e cuidadosamente, aplicando-se novamente os critérios de exclusão e

inclusão. Só então foram selecionados aqueles utilizados nesta revisão.

Para coleta de dados uma ferramenta foi elaborada com as seguintes informações; autor, data, origem, principais constituintes, quantificação dos constituintes, método de extração do óleo essencial e método de identificação.

Para os estudos antimicrobianos, com a finalidade de padronizar os valores de susceptibilidade de *Staphylococcus aureus* ao óleo essencial de *C. cassia*, utilizou-se como parâmetro a faixa de concentração inibitória mínima (CIM) para determinar a intensidade da atividade antibacteriana conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros estabelecidos com base nas Concentrações Inibitórias Mínimas do óleo essencial de *Cinnamomum cassia*.

Faixa - CIM	Intensidade da atividade antibacteriana	Valor
≤ 100 ug/mL	atividade muito forte	++++
101-500 ug/mL	atividade forte	+++
501-1000 ug/mL	atividade moderada	++
1001 - 2000 ug/mL	atividade fraca	+
> 2001 ug/mL	sem atividade	-

Freires et al., 2015

RESULTADOS E DISCUSSÃO

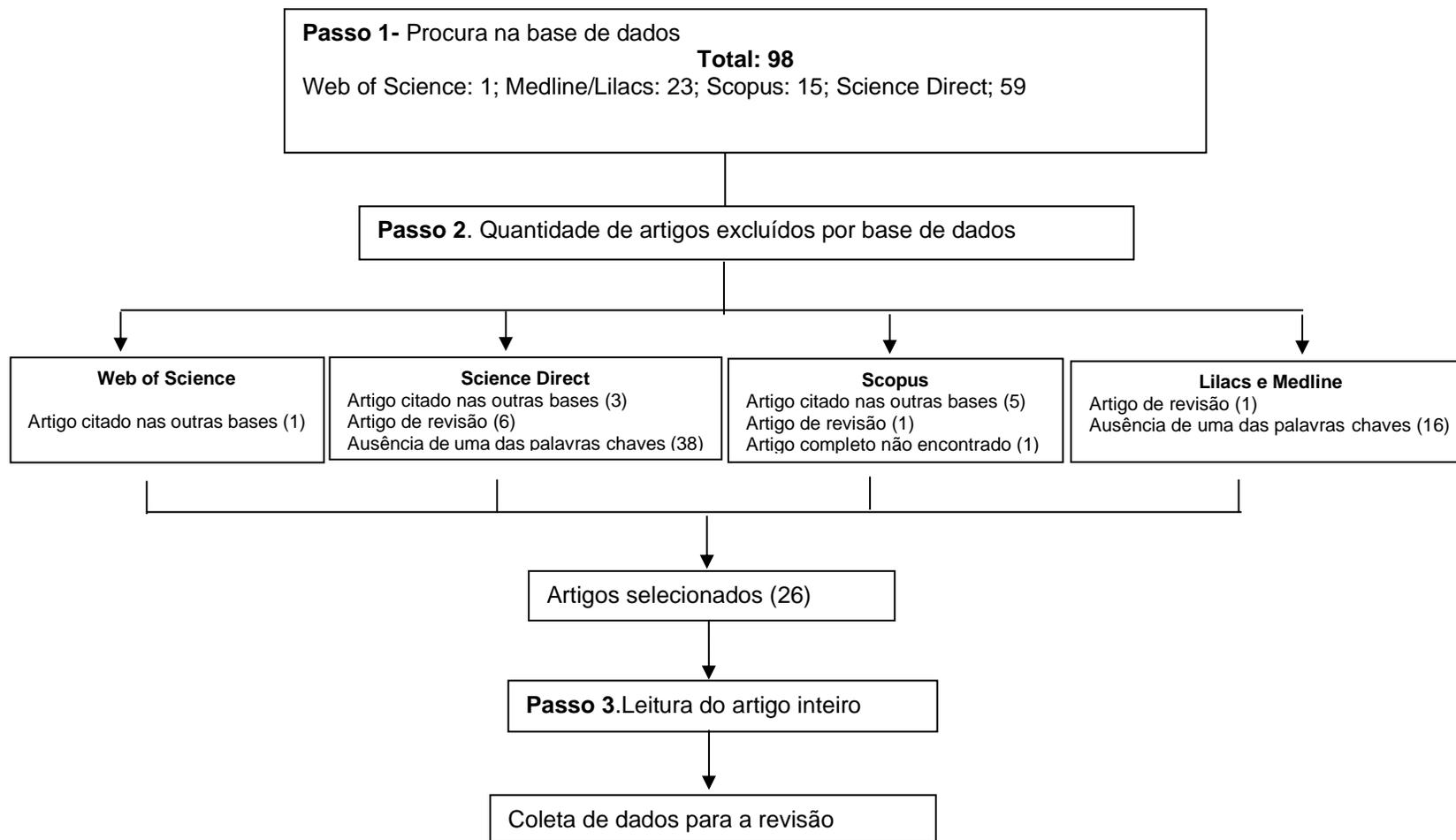
Um total de 98 artigos científicos foram selecionados a partir das cinco bases de buscas eletrônicas. A figura 1 mostra os resultados para as bases analisadas após eliminação das duplicatas e artigos de revisão. A base *Science Direct* foi a que apresentou maior número de artigos seguida da *Medline/Lilacs*. Após exclusão dos artigos pelos critérios determinados, obtiveram-se 26 artigos, para a revisão propriamente dita.

A tabela 2 mostra os principais componentes do óleo essencial de *C. cassia*, sendo cinamaldeído na forma trans/(E) o predominante e encontrado em

46,66% dos trabalhos pesquisados (Figura 2). Esta molécula é o componente principal do óleo de canela e o responsável pelo seu cheiro característico, a molécula consiste de um anel fenil ligada com um aldeído insaturado (ZINN et al., 2015).

O trans-cinamaldeído possui atividade antimicrobiana substancial, bem como uma série de outras propriedades medicinais, e representa um composto de sucesso intrigante a partir do qual vários derivados podem ser desenvolvidos. Em alguns casos, foi demonstrado que esses derivados possuem atividade melhorada, não apenas em comparação com o trans-cinamaldeído, mas também com os

Figura 1 - Distribuição e seleção dos artigos por bases pesquisadas entre 2011 e 2021.



antibióticos comumente usados (DOYLE et al., 2019). Segundo Firmino (2018) o (E)-cinamaldeído inibe o crescimento de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, na forma planctônica, sendo o *S. aureus* o micro-organismo mais suscetível.

Esta molécula inibe a produção de uma enzima essencial pela bactéria e/ou causa danos a parede celular deste microrganismo. Portanto, a alta atividade antimicrobiana do óleo de canela pode ser devido à presença da grande quantidade de cinamaldeído (UNLU et al., 2010).

Outro composto descrito nos artigos analisados, em proporções menores de 26,66% conforme mostra a figura 2 foi o benzaldeído um aldeído aromático utilizado em cosmético como um desnaturante, agente flavorizante e como uma fragrância. É reconhecido como um aditivo alimentar seguro *Generally Recognized as Safe-GRAS* nos Estados Unidos da América, e é aceito como uma substância aromatizante na União Européia (FINAL REPORT, 2006).

Acetato de cinamila apresentou uma porcentagem igual ao benzaldeído e é um ingrediente muito utilizado na composição de fragrâncias. Pode ser encontrado em cosméticos como xampus, sabonetes e outros produtos de higiene pessoal, bem como em produtos não cosméticos, como produtos de limpeza e detergentes domésticos (BATHIA et al., 2007).

Cumarinas foi outro composto identificado em 20% dos trabalhos analisados conforme mostra a figura 2. São classificadas como pertencentes à família das benzopironas, formadas por um anel de benzeno unido a um anel de pirona. Podem ser encontradas em óleo essencial de casca de canela na concentração de até 7.000ppm (JAIN et al., 2012). As cumarinas são de grande interesse devido as suas propriedades biológicas, dentre estas a atividade bacteriostática (JAIN et al., 2012).

Eugenol e cinamaldeído são álcoois terpênicos cíclicos com baixa solubilidade em água. Eugenol é uma molécula extremamente versátil incorporada como ingrediente funcional em numerosos produtos e tem encontrado aplicação na indústria farmacêutica, agrícola, de fragrâncias, sabores, cosméticos e várias outras indústrias. Sua vasta gama de atividades farmacológicas tem sido bem pesquisadas e incluem atividade antimicrobiana, antiinflamatória, analgésicas, antioxidantes e anticancerígenas, entre outras. Além disso, é amplamente usado em aplicações agrícolas para proteger alimentos de micro-organismos durante o armazenamento, que pode ter um efeito na saúde humana, e como pesticida e fumigante, sendo considerada segura como um aditivo alimentar (GUY et al., 2002).

Tabela 2 - Composição química de *Cinnamomum cassia* nos artigos selecionados na revisão de literatura entre 2011 e 2021 nas bases de dados Web of Science, Scopus, Medline.

Origem (parte extraída)	Nome Latin/comum	Constituintes (%)	Método de obtenção/análise	Referência Bibliográfica
Comercial, Pronarôm, Internacional-Bélgica (Ramo da folha)	<i>Cinnamomum cassia</i> / Chinese Cinnamon	Cinamaldeído (74,91) Acetato de cinamila (12,26)	Não menciona/não menciona	Elizaquível et al., 2012
Comercial Ferquima Indústria e Comércio Ltda, Brasil (Casca)	<i>Cinnamomum cassia</i> / não menciona	Aldeído cinâmico (81,00)	Não menciona/não menciona	Oliveira et al., 2012
Comercial BSA, Canada (Não menciona)	<i>Cinnamomum cassia</i> / não menciona	Cinamaldeído (65,00) Metoxi cinamaldeído (21,00)	Não menciona/não menciona	Turgis et al 2012
Comercial Samia Aromatherapy, Brasil (Não menciona)	<i>Cinnamomum cassia</i> / Cinnamon	Eugenol (72,13) Acetate de eugenila (3,87) β -cariofileno (3,48) Benzoato de benzila (3,24) Linalol (1,23)	CG-EM dados fornecidos pelo produtor	Andrade et al., 2014
Comercial, Tongren-Tang Chinese pharmacy, China (Casca seca)	<i>Cinnamomum cassia</i> / não menciona	Trans_cinamaldeído (68,52) Copaene (4,66) Benzeno propanal (3,67) y cadineno (3,41) cis-cinamaldeído (2,15)	Hidrodestilação/CG-DIC e CG-EM. Porcentagens dos constituintes calculados por integração eletrônica dos picos de DIC. Identificação dos componentes por comparação dos índices de retenção da CG, espectro de massa do NIST e dados publicados.	Huang et al., 2014
Cultivos, Egito (Casca)	<i>Cinnamomum cassia</i> /Cinnamon	Trans-cariofileno (17,18) Eugenol (14,67) Linalool L (14,52) Trans acetate de cinamila (13,85) Cimol (11,79)	Hidrodestilação/CG/EM	Tarek et al., 2014
Comercial Aliksir inc., Canada (Casca)	<i>Cinnamomum cassia</i> (Nees & T.Nees) J.Presl. /Chinese cinnamon	Trans- cinamaldeído (87,58) Acetato de cinamila (7,53)	CG	Ghabraie et al 2016
Comercial- Farotti s.r.l, Italia	<i>Cinnamomum cassia</i> / não menciona	(E)- cinamaldeído (82,66) (E)- <i>o</i> -metoxi cinamaldeído (10,12) <i>o</i> -Anisaldeído (0,81)	CG/EM identificação por comparação do espectro de massa e índice de retenção com	Campana et al., 2017

(Folha)		Benzaldeído (0,72) Álcool fenil etílico (0,72)	bases de dados (Wiley, NIST08, Adams, FFNSC2)	
Comercial-Ferquima Indústria e Comércio Ltda (Casca, caule e folhas)	<i>Cinnamomum cassia</i> (L) J. Presl/Cinnamon cassia	Trans- cinamaldeido (86,44) Trans- <i>o</i> -Metoxi cinamaldeído (8,36) Cumarina (1,60) t Trans acetato de cinamila (1,14) Benzaldeido (1,02)	Destilação/CG-DIC, CG/EM e CLAE, comparação dos índices de retenção e espectro de massa com dados da literatura. Os principais componentes foram quantificados nos comprimentos de onda que correspondem a máxima absorção.	Ribeiro-Santos et al., 2017
Comercial Ferquima Indústria e Comércio Ltda, Brasil (Não menciona)	<i>Cinnamomum cassia</i> / Canela	Aldeido cinâmico (81,00) Cumarina (3,00) Benzaldeído (3,00) Álcool cinâmico (3,00) Estireno (3,00)	Não menciona/componentes especificados pelo fornecedor	Santos, Piccoli, Tebaldi 2017
Comercial-Lazlo, Brasil (Casca do tronco)	<i>Cinnamomum cassia</i> /não menciona	E-cinamaldeido (90,22) E- acetato de cinamol (2,04) Benzaldeido (1,86) Cumarina (1,37) E-Metoxi cinamaldeído (0,73)	Destilação a vapor/CG-EM. Comparação visual do espectro de massa com publicações e com padrões da livreria NIST08, e os tempos de retenção com dados publicados	Firmino et al., 2018
Comercial-Bio Armor S.A., França (Folhas e galhos)	<i>Cinnamomum cassia</i> J. Presl 1825/Cinnamon	Trans-cinamaldeído (80,00) <i>o</i> -Metoxi cinamaldeído (8,00) Acetato de cinamila (2,50)	Destilação a vapor/CG	Lang et al., 2019
Comercial (Casca)	<i>Cinnamon cassia</i> /Chinese Cinnamon-BSA	Cinamaldeído (não descrito) Acetato de cinamila (não descrito)	Destilação/GC. Comparação do EM do NIST e LRI da literatura para identificação de cada componente	Bagheri et al., 2020
Comérico local, Irã (Casca)	Vietnam Split <i>Cinnamomum cassia</i> /Cinnamon	Cinamaldeído (87,14) Trans-acetato de cinamila (3,83) Benzeno propanal (2,18) Eugenol (1,50) Linalol (1,40)	Hidrodestilação/CG-EM Comparação dos índices de retenção com a literatura e comparação do EM com Wiley, Mainlib e Replib	Ranjbaryan et al., 2019
Comercial-República Checa (Casca seca)	<i>Cinnamomum cassia</i> / não menciona	E Cinamaldeído (86,48) Acetato de cinamila (3,53) α copaene (1,57) Cariofileno (1,03) α terpineol (0,91)	Hidrodestilação/CG-EM, Identificação por comparação dos índices e tempos de retenção e espectro com livreria do NIST*, livreria tecnológica, padrões autênticos e literatura (Adams, 2007)	Netopilova et al, 2020

- Instituto Nacional de Padrões e Liv DIC Detector de Ionização de Chama

Eugenol e cinamaldeído são compostos utilizados predominantemente na indústria de aromatizantes e fragrâncias. São fatores restritivos da sua utilização, volatilidade, pouca solubilidade em água e efeito irritante (GOMES et al., 2011).

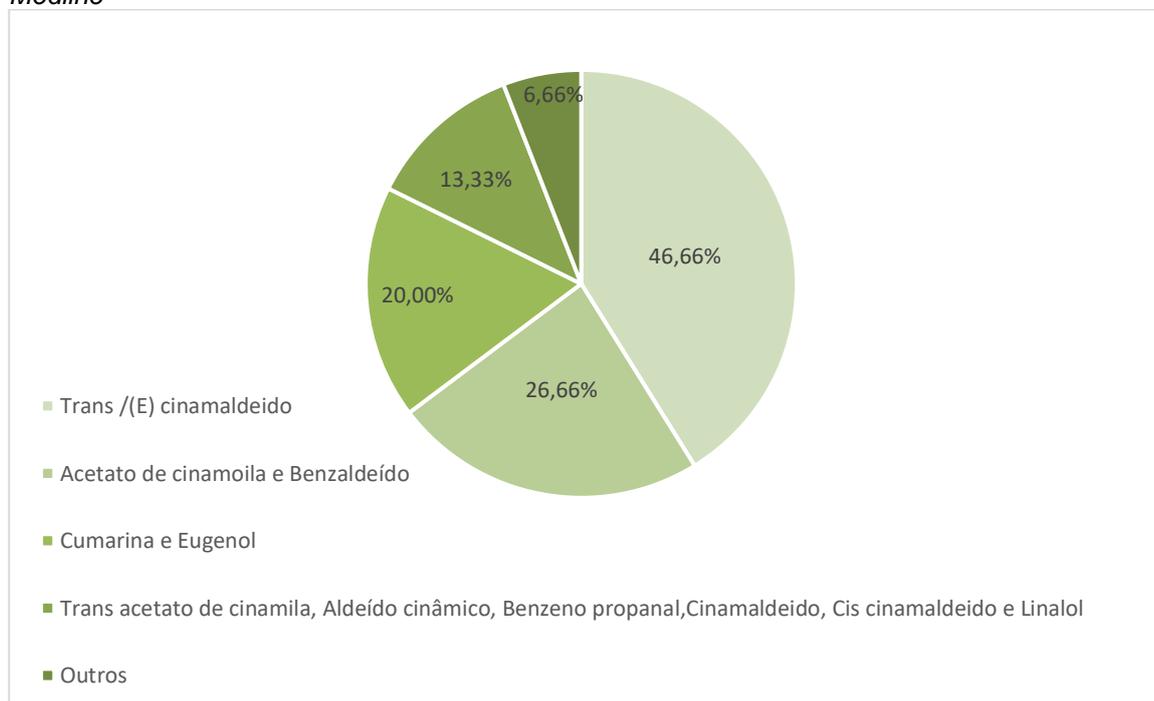
A combinação de eugenol e cinamaldeído/cinamato provou ser particularmente eficaz como

antimicrobiano e na conservação de alimentos (GUY et al. 2012).

A figura 3 apresenta a estrutura química dos principais componentes do óleo de essencial de *C. cassia*.

A destilação a vapor foi a mais utilizada como método de produção do óleo essencial, o que está de acordo com o trabalho de Burt (2004).

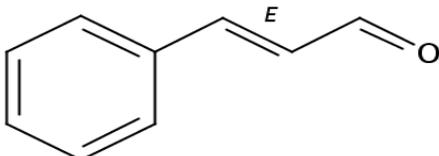
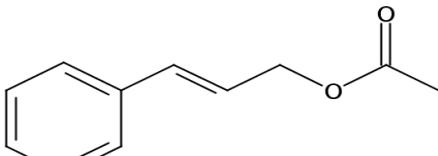
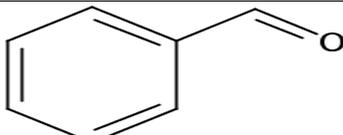
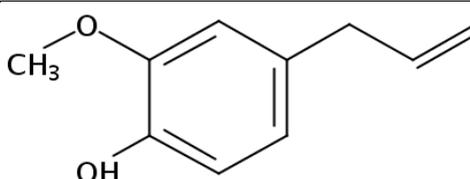
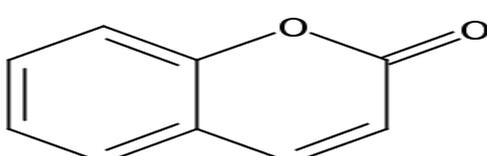
Figura 2 - Componentes químicos mais encontrados no óleo essencial de *C. cassia aureus* nos artigos selecionados na revisão de literatura entre 2011 e 2021 nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, *Medline*



A tabela 3 mostra que de um total de 20 trabalhos 10 realizaram o teste em disco, 16 o teste de CIM e 7 de CBM. Apenas 6 trabalhos realizaram simultaneamente os testes de CIM e CBM. Os valores da atividade antimicrobiana foram obtidos para 7 trabalhos, que foram aqueles que apresentaram o mesmo

coeficiente ug/mL da tabela de referência, permitindo assim sua classificação. A CIM foi a mais citada, mas conforme relatado por Burt, 2004 a definição de CIM pode ser diferente entre as publicações, dificultando o confronto de resultados entre os estudos (BURT, 2004).

Figura 3 - Estrutura química dos principais componentes do óleo essencial de *C. cassia*.

 <p>Trans cinamaldeído= (E) cinamaldeído [2-Propenal, 3-phenyl-, (2E)-] C₉H₈O</p>	 <p>Cinnamyl acetate (2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, 1-acetate)- C₁₁H₁₂O₂</p>
 <p>Benzaldehyde -C₇H₆O</p>	 <p>Eugenol [Phenol, 2-methoxy-4-(2-propen-1-yl)] C₁₀H₁₂O₂</p>
 <p>Cumarina (2H-1-Benzopyran-2-one) - C₉H₆O₂</p>	

Fonte SciFinder

O ensaio por disco é comumente utilizado para se realizar uma seleção inicial dos melhores óleos essenciais e/ou seus componentes (MITH et al., 2014), o que pode explicar os 10 testes observados na tabela 3.

Conforme relatado por Zamora et al. (2018), a diversidade de técnicas utilizadas torna difícil comparar os resultados de diferentes grupos de pesquisadores. Muitos são os fatores que influenciam os dados encontrados nos trabalhos publicados relacionados a este

tópico como; métodos microbiológicos, técnicas de extração do óleo essencial, a parte da planta utilizada para a extração, período da colheita, condições climáticas e do meio ambiente no qual as plantas foram cultivadas e outros. Deste modo as diferenças observadas entre os artigos, pode não refletir a uma diferença real entre as características do óleo essencial.

A casca foi a parte da planta da qual mais foi extraído o óleo essencial de *Cinnamomum cassia* (Tabela 3)

Tabela 3 - Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cinnamomum cassia* versus *Staphylococcus aureus* nos artigos selecionados na revisão de literatura entre 2011 e 2021 nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, *Medline*.

Fonte/fornecedor (Parte da planta utilizada)	Identificação <i>S. aureus</i>	Volume de óleo por disco/poço zona de inibição (mm)	CIM	CBM	Valor CIM ug/mL	Reference
Comercial/Hi Media chemicals, Índia (Casca)	Não menciona	[] do óleo/DMSO 0,625 (%) v/v – 8,0 mm 1,25 (%) v/v – 9,0 mm 2,5 (%) v/v – 10,0 mm 5,0 (%) v/v – 11,0 mm 10,0 (%) v/v – 21,5mm	Não realizado	Não realizado	nd	Nimje et al., 2013
Comercial/Samia Aromatherapy, Brasil (Não menciona)	ATCC 25923 + 10 isolados	Não realizado	CIM _{50%} -CIM _{90%} 1,00-1,14mg/mL	Não realizado	nd	Andrade et al., 2014
Comercial/BSA Food Ingredients, Canada (Casca da árvore)	ATCC 29213	Não realizado	625 ppm	Não realizado	nd	Dussault et al. 2014
Comercial, China (Não menciona)	ATCC 25923	Não realizado	562,5ug/mL	562,5ug/mL	++	Freire et al., 2014
Comercial/Tongren-Tang Chinese pharmacy, China (Casca seca)	ATCC 25923	Impregnado em 25mL do óleo dissolvido em 5%DMS 27,4±0,6 mm	2500ug/mL	5000ug/mL	-	Huang et al., 2014
Produção agrícola/Egito (Casca da árvore)	ATCC 9027	Não realizado	≤ 1 uL/mL	Não realizado	nd	Tarek et al., 2014
Comercial/NOW Foods, EUA (Não menciona)	ATCC 29213	20uL óleo puro 40,43 ±2,61mm	Não realizado	0,25uL/mL	nd	Melo et al., 2015
Comercial/Alisirs inc., Canada (Casca da árvore)	ATCC 29213	2.5% v/v OE 4 ul/disc 33.0±0,5mm	470ppm	Não realizado	nd	Ghabraiel et al. 2016
Comercial/Sigma/Aldrich, EUA (Não menciona)	Isolado de bovino	Discos com 20uL de 2% (v/v) da solução do óleo 29.6mm	0,0125 (%v/v)	0,05(%v/v)	nd	Zhu et al., 2016
Comercial/Farotti s.r.l., Italia (Folha)	ATCC 43387	40uL/disco (10% v/v) 19±0,3mm	1.25%	1.25%	nd	Campana, 2017
Comercial/Ferquima Indústria e Comércio Ltda, Brasil. (Caule, casca, folhas)	ATCC 6538	1,85±0,31cm	40ug/mL	Não realizado	++++	Ribeiro-Santos et al., 2017
Comercial/Ferquima Indústria e Comércio Ltda	ATCC 25923	Não realizado	1 %	Não realizado	nd	Santos, Piccoli e Tebaldi, 2017

Fonte/fornecedor (Parte da planta utilizada)	Identificação <i>S. aureus</i>	Volume de óleo por disco/poço zona de inibição (mm)	CIM	CBM	Valor CIM ug/mL	Reference
(Não menciona)						
Comercial (não menciona o fornecedor) (Não menciona)	"Microbial Type Culture Collection"-96	Não menciona o tamanho do halo	0,5 uL/disco	Não realizado	nd	Sharma et al. 2017
Comercial/Shengtulun Food Ingredient Store, China (Não menciona)	ATCC 12600	100uL/Oxford cups 18.63 ±0,47mm	Não realizado	Não realizado	nd	Zhang et al. 2017
Comercial/Lazlo, Brasil (Casca do tronco)	ATCC6538	Não realizado	250ug/mL	1000mg/mL	+++	Firmino et al., 2018
Comercial/Sigma Chemical Co, EUA (Não menciona)	ATCC 11632	60uL/poço 1 mg/mL 14,76±0,74mm 10 mg/mL 27,15±1,58mm 50 mg/mL 28,51±2.26mm 100 mg/mL 28,78±1.03mm	Não realizado	Não realizado	nd	Vijayan & Mazumder, 2018
Comercial/Pollena Aroma Polônia (Casca da árvore)	PCM 2051 Isolados 1,5, 9, 11, 15, 27, 29, 38, 39, 53,54, 70, 83, 84, 86, 102, 103, 105	Não realizado	[%] (v/v) PCM 2051 = 0.625 1,11, 84 =0,156 5, 29, 39,54,103=0,103 9,15,27,38,53, 70,83,105 =0,625 86,102= 1,250	[%] (v/v) Não realizado 11 = 0,156 1,5,39, 84,103=0,313 15,27,29,53,54, 70,83,105=0,62 5 9,38,86,102= 1,250	nd	Szweda et al., 2018
Supermercado local, Marrocos (Casca)	ATCC 25923	10ug/disco (40.0mm± 0.5)	4.88ug/mL	Não realizado	++++	Atki et al., 2019
Comercial/Neumond GmbH, Frey&Lau GmbH; Düllberg Konzentra, Alemanha (Galhos)	DSM 1104	Não realizado	50ug/mL	Não realizado	++++	Thielmann et al., 2019
Comercial/República Checa	ATCC 25923 ATCC 29213 ATCC 33591		ug/mL 1136 1024 512		+ + ++	Netopilova et al., 2020



Fonte/fornecedor (Parte da planta utilizada)	Identificação <i>S. aureus</i>	Volume de óleo por disco/poço zona de inibição (mm)	CIM	CBM	Valor CIM ug/mL	Reference
(Casca seca)	ATCC 33592	Não realizado	683	Não realizado	++	
20	ATCC 43300		910		++	
	ATCC BAA 976		853		++	
	*SA1 sensível a metilina		626		++	
	SA5 sensível a metilina		512		++	
	SA6 sensível a metilina		967		++	
	SA2 resistente a metilina		1024		+	
	SA3 resistente a metilina		626		++	
	SA4 resistente a metilina		512		++	

*SA: *S. aureus*

Nd não determinado

Os ensaios de CIM apresentaram diferentes níveis de atividade do OE de *C. cassia* versus *S. aureus*. Conforme relatado por Melo et al. (2015), os óleos essenciais podem apresentar um grau variado de penetração no ágar e volatilização, que pode alterar o tamanho do halo de inibição e, conseqüentemente, reduzir o efeito antimicrobiano. A diferença observada na sensibilidade bacteriana pode ser devida à solubilidade do óleo, bem como à composição

química diferente devido a inúmeros fatores como: parte da planta utilizada para extração do óleo, o nível de desenvolvimento da planta quando colhida, e fatores de crescimento como tipo do solo, temperatura e fertilizantes utilizados, bem como o tipo de extração.

Outras bactérias também foram inibidas pelo óleo essencial de *C. cassia* conforme trabalhos publicados por Sheng & Zhu (2014); Ooi et al. (2006) e Chaudhry & Tariq (2006).

CONCLUSÃO

Esta revisão mostrou que os principais constituintes do óleo essencial de *C. cassia* foram o cinamaldeído na forma Trans/(E) e a casca da planta a parte mais utilizada para extração do óleo. Os resultados de CIM indicam que a maioria dos trabalhos apresentou atividade antimicrobiana do OE de *C. cassia* contra *S. aureus* e tiveram como principal resultado o uso deste óleo como um agente antimicrobiano natural no controle de patógenos de origem alimentar.

Por ser um óleo reconhecido como seguro e apresentar resultado contra *S. aureus* seu uso pode ser direcionado em cosméticos, alimentos e indústria farmacêutica. Nesta última poderia constituir uma alternativa às drogas comumente utilizadas, considerando que este óleo essencial tem eficácia comprovada na inibição de *S. aureus*. Na indústria de alimentos devem ser observados os aspectos organolépticos da adição deste óleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKI, E.Y. et al. A. Antibacterial activity of cinnamon essential oils and their synergistic potential with antibiotics. **J Adv Pharm Technol.** Res. 2019;10(2):63-67. https://dx.doi.org/10.4103/japtr.JAPTR_366_18

ANDRADE, B.F.M.T.et al. A. Antimicrobial activity of essential oils. **J Essent Oil Res.** 2014;26(1): 34–40,

<http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2013.860409>.

BAGHERI, L.et al. Correlation between chemical composition and antimicrobial properties of essential oils against most common food pathogens and spoilers: In vitro efficacy and predictive modelling. **Microb Pathog.** 2020;147(104212):1-10. <https://dx.doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104212>

BHATIA, S.P. et al. Fragrance material review on cinnamyl acetate. **Food Chem Toxicol.** 2007;45:S53-S57. <https://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.012>

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. **Int J Food Microbiol.** 2004;94(3):223-253. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>

CAMPANA, R. et al. Activity of essential oil-based microemulsions against *Staphylococcus aureus* biofilms developed on stainless steel surface in different culture media and growth conditions **Int J Food Microbiol.** 2017;241:132–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.021>

CHAUDHRY, N.M.A. & TARIQ, P. Anti-microbial activity of *Cinnamomum cassia* against diverse microbial flora with its nutritional and medicinal impacts. **Par J Bot.** 2006;38(1):169-174.

DOYLE, A.A., & STEPHENS, J.C. **A review of cinnamaldehyde and its derivatives as antibacterial agents.** *Fitoterapia.* 2019; 139:1-18. <https://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2019.104405>

DUSSAULT, D.; VU, K.D.; LACROIX, M. In vitro evaluation of antimicrobial activities of various commercial essential oils, oleoresin and pure compounds against food pathogens and application in ham. **Meat Sci.** 2014;96:514–520. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.015>

ELIZQUÍVEL, P.; SÁNCHEZ, G.; AZNAR, R. Application of propidium monoazide quantitative PCR for selective detection of live *Escherichia coli* O157:H7 in vegetables after inactivation by essential oils. **Int J Food Microbiol.** 2012;159:115–121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.08.006>

ELUMALAI, S. et al. Comparative study on anti-microbial activities of bark oil extract from *Cinnamomum cassia* and *Cinnamomum zeylanicum*. **Biosci Biotechnol Res Asia.** 2010;7(1): 251-258.

FINAL Report on the Safety Assessment of Benzaldehyde, **Int J Toxicol.** 2006;25(1):11-27. <https://dx.doi.org/10.1080/10915810600716612>.

FIRMINO, D.F. et al. Antibacterial and Antibiofilm Activities of *Cinnamomum* sp. essential oil and cinnamaldehyde: **Antimicrobial Activities. Sci World J.** 2018;2018:1-9. <https://doi.org/10.1155/2018/7405736>.

FREIRE, I.C.M. et al. Atividade antibacteriana de Óleos Essenciais sobre *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*. **Rev. Bras. Pl. Med.,** Campinas. 2014;16(2):372-377. http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/12_053.

FREIRES, I.A. et al., P.L. Antibacterial activity of Essential oils and their isolated constituents against cariogenic bacteria: A systematic Review. **Molecules,** 2015;20(4):7329-7358. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules20047329>

GHABRAIE, M. et al. Antimicrobial effect of essential oils in combinations against five bacteria and their effect on sensorial quality of ground meat. **LWT-Food Sci Technol,** 2016;66:332-339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.055>

GOMES, C.; MOREIRA, R.G.; CASTELL-PEREZ, E. Poly (DL-lactide-co-glycolide) (PLGA) nanoparticles with entrapped *trans-*

Cinnamaldehyde and eugenol for antimicrobial delivery applications. **J. Food Sci.** 2011;76(2):N16-N24. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01985.x>

GUY, P.KAMATOU; VERMAAK, I.; VILJOEN, A.M. Eugenol-From the remote Maluku islands to the International Market place: A review of a remarkable and versatile molecule. **Molecules.** 2012;17:6953-6981. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules17066953>

HUANG, D. F. et al. Chemical Constituents, Antibacterial Activity and Mechanism of Action of the Essential Oil from *Cinnamomum cassia* Bark against Four Food-Related Bacteria. **Microbiology.** 2014;83(4):357-365. <http://dx.doi.org/10.1134/S0026261714040067>

JAIN, P.K.; JOSHI, H. Coumarin:Chemical and Pharmacological Profile. **J Appl Pharm Sci.** 2012;2(6):236-240. <http://dx.doi.org/10.7324/JAPS.2012.2643>.

LANG, G. & BUCHBAUER, G. A review on recent research results (2008-2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. **Flavour and Frang J.** 2012;27:13-39. <https://dx.doi.org/10.1002/ffj.2082>

LANG, M. et al. Evaluation of immunomodulatory activities of essential oils by high content analysis **J Biotechnol.** 2019;303:65–71. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jbiotec.2019.07.010>

LEITE, R.F. et al. Antimicrobial activity of crude extracts from actinomycetes against mastitis pathogens. **J Dairy Sci.** 2018;101(11):10116-10125. <https://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-14454>

MELO, A.D.B. et al. Antimicrobial effect against different bacterial strains and bacterial adaptation to essential oils used as feed additives. **Can J Vet Res.** 2015;79:285-289.

MITH, H. et al. Antimicrobial activities of commercial essential oils and their components against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. **Food Sci Nutr.** 2014;2(4):403-416.

<https://dx.doi.org/10.1002/fsn3.116>.

NETOPILOVA, M. et al. In vitro antimicrobial combinatory effect of *Cinnamomum cassia* essential oil with 8-hydroxyquinoline against *Staphylococcus aureus* in liquid and vapour phase. **J Appl Microbiol.** 129, 906-915, 2020. <http://dx.doi.org/10.1111/jam.14683>

NIMJE, P.D. et al. Comparison of antimicrobial activity of *Cinnamomum zeylanicum* and *Cinnamomum cassia* on food spoilage bacteria and water borne bacteria. **Der Pharm. Lett**, 2013, 5 (1):53-59.

OLIVEIRA, M.M.M. et al. Control of planktonic and sessile bacterial cells by essential oils. **Food and Bioprod.** 2012;90:809-818.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2012.03.002>

OOI, L.S.M. et al., Antimicrobial activities of cinnamon oil and cinnamaldehyde from the Chinese medicinal herb *Cinnamomum cassia* Blume. **Am J Chin Med.** 2006;34(3): 511–522. <http://dx.doi.org/10.1142/S0192415X06004041>

RANJBARYANA, S.; POURFATHIA, B.; ALMASI, H. Reinforcing and release controlling effect of cellulose nanofiber in sodium caseinate films activated by nanoemulsified cinnamon essential oil. **Food Packag Shelf Life.** 2019;21:1-10. <https://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100341>.

RIBEIRO-SANTOS, R. et al. A. Biological activities and major components determination in essential oils intended for a biodegradable food packaging. **Ind Crop and Prod.** 2017;97:201–210. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.006>

SZWEDA, P. et al. Essential oils as potential anti-staphylococcal agents. **Acta**

Vet Beograd. 2018;68(1):95-107. <http://dx.doi.org/10.2478/acve-2018-0008>

SANTOS, C. H. S.; PICCOLI, R. H.; TEBALDI, V.M.R. Antimicrobial activity of the essential oils and isolated compounds on the hospital-borne and foodborne pathogens. **Rev Inst Adolfo Lutz.** 2017;76:e1719:1-8.

SHARMA, H. et al. Use of various essential oils as bio preservatives and their effect on the quality of vacuum packaged fresh chicken sausages under frozen conditions. **LWT Food Sci Technol.** 2017;81:118-127. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.048>

SHENG, L. & ZHU, M.J. Inhibitory effect of *Cinnamomum cassia* oil on non-O-157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli*. 2014;46:374-381. **Food Control.** <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.05.050>

TAREK, N. et al. Comparative chemical and antimicrobial study of nine essential oils obtained from medicinal plants growing in Egypt. Beni-Suef Univ **J Appl Sci.** 2014;3:149-156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjbas.2014.05.009>

THIELMANN, J.; MURANYI, P.; KAZMAN, P. Screening essential oils for their antimicrobial activities against the foodborne pathogenic bacteria *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. **Heliyon.** 2019;5(6):1-6. <https://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01860>

TURGIS, M. et al. Combined antimicrobial effect of essential oils and bacteriocins against foodborne pathogens and food spoilage bacteria. **Food Res Int.** 2012;48:696–702. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.016>

UNLU, M. et al. Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). **Food Chem Toxicol.**

2010;48:3274-3280.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2010.09.001>

VIJAYAN, V. & MAZUMBER, A. In vitro inhibition of food borne mutagens induced mutagenicity by cinnamon (*Cinnamomum cassia*) bark extract. **Drug Chem Toxicol.** 2018;41(4):385-393.

<https://dx.doi.org/10.1080/01480545.2018.1439056>

ZAMORA, C.M.P.; TORRES, C.A.; NUNEZ, M.B. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from verbenaceae species growing in South America. **Molecules.** 2018;23(544):1-21. <https://dx.doi.org/10.3390/molecules23030544>.

ZHANG, S. et al. Preparation and characterization of blended cloves/cinnamon essential oil nanoemulsions. **LWT- Food Sci Technol.** 2017; 75:316-322. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.046>

ZHU, H. et al. Bactericidal effects of *Cinnamomum cassia* oil against bovine mastitis bacterial pathogens. **Food Control.** 2016;66:291-299. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.02.013>

ZINN, S. et al. Structure determination of *trans*-cinnamaldehyde by broadband microwave spectroscopy. **Phys Chem Chem Phys.** 2015;17:16080-16085. <http://dx.doi.org/10.1039/c5cp02582>