

# EFEITOS ANTIMICROBIANOS DOS EXTRATOS DE SYZYGIUM AROMATICUM (L.) MERR. & PERRY APLICADOS À SAÚDE, INDÚSTRIA E AGRICULTURA

Gustavo de Jesus <sup>1</sup>  
Janaína Diná Toreli <sup>2</sup>

## RESUMO:

O uso inadequado de antimicrobianos tem levado ao surgimento de múltiplas resistências em microorganismos patogênicos. Tendo em vista a necessidade de redução desse uso desordenado, há um crescente interesse por alternativas naturais que estão sendo buscadas na medicina tradicional. Dentre as plantas de interesse, encontra-se o *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia). Essa necessidade de alternativas estende-se também para a área industrial, tendo em vista a redução do uso de conservantes artificiais de alimentos, e para a agricultura, visando à redução do uso de praguicidas sintéticos. O objetivo do trabalho foi discutir os possíveis usos dos extratos naturais de *S. aromaticum* na saúde, indústria e agricultura. Trata-se de uma revisão bibliográfica visando artigos publicados em periódicos entre 2013 e 2018, sendo as buscas realizadas nas plataformas Scielo, Google acadêmico e Bireme. Foram encontrados 40 artigos relevantes, que demonstram propriedades antimicrobianas dos extratos de *S. aromaticum* contra microorganismos patogênicos, contaminantes de alimentos e pragas da agricultura. Boa parte das pesquisas utilizaram experimentos laboratoriais *in vitro* como metodologia, mas poucos utilizaram testes *in vivo* ou em campo. Os resultados demonstraram que o uso dos extratos de *S. aromaticum* como substituto para agentes antimicrobianos convencionais é promissor, necessitando de aprofundamentos mais específicos com relação ao seu uso *in vivo*, em campo, e seu custo-benefício.

**Palavras-chave:** bactérias, cravo-da-índia, fungos, indústria, *Syzygium aromaticum*.

---

<sup>1</sup> Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Anhembi Morumbi (2016), pós-graduado em Microbiologia aplicada à Saúde e Indústria pelas Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU) (2018), professor titular da disciplina de Biologia no Instituto Educacional Coração de Maria, em Guarulhos.

<sup>2</sup> Docente nos cursos de Medicina, Enfermagem, Fisioterapia, Tecnólogo em Radiologia médica, pós graduação de Urgências e emergências, Fisioterapia Cardiorespiratória e Fisioterapia Hospitalar, Farmácia oncológica e Enfermagem Oncológica nas Faculdade Santa Marcelina e FMU. E-mail: janaina.toreli@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a multirresistência a antibióticos e outros antimicrobianos tem sido um dos principais e mais preocupantes problemas de saúde pública. Segundo Loureiro *et al.* (2016), muitas cepas de bactérias tem adquirido resistência à terapias medicamentosas que outrora surtiam efeitos satisfatórios, o que tem levado à complicações no tratamento de pacientes infectados. O uso inadequado e excessivo de antibióticos está, já comprovadamente, diretamente ligado ao surgimento de resistência microbiana a essas substâncias.

Ainda segundo Loureiro *et al.* (2016), não é incomum que pessoas se automediquem, ou façam utilização de antibióticos sem a devida prescrição e acompanhamento médico. Por isso, a busca por alternativas que reduzam ou mesmo substituam os tratamentos convencionais em casos específicos é uma via interessante de pesquisas que pode contribuir imensamente com a resolução desse problema.

A fitoterapia é a ciência que estuda a utilização *in natura* de extratos vegetais no tratamento de doenças diversas, tendo por base norteadora o conhecimento popular a respeito dos efeitos de cada planta, e sua posterior comprovação científica criteriosa, atentando para possíveis efeitos tóxicos e interações medicamentosas. Dentre suas vantagens, podemos citar a menos agressiva ao corpo do paciente, tendendo a ter menores efeitos colaterais, e menor custo (Bruning *et al.* 2012). Ademais, a utilização da fitoterapia na assistência básica à saúde no âmbito público traz, segundo Rodrigues *et al.* (2012), outras vantagens não propriamente terapêuticas, mas sociais e comunitárias, como a valorização das culturas locais, o estreitamento de laços da comunidade com as equipes de saúde pela familiaridade do tema, o surgimento de lideranças locais e o engajamento popular nos serviços de saúde, dentre outros.

A possível utilização de plantas em terapias deriva do fato de que muitas delas apresentam caminhos metabólicos conhecidos como metabolismo secundário, que, segundo Raven *et al.* (2014), tem por finalidade a proteção da planta contra seus inimigos naturais, como por exemplo insetos, outras plantas que poderiam competir por recursos, e microorganismos capazes de lhes causar doenças. Desse metabolismo secundário é que derivam substâncias que apresentam propriedades úteis ao homem, como inseticidas, herbicidas e antibióticos que podem ser empregados como medicamentos dependendo de seu grau de

toxicidade e da maneira de ser administrado. Dentre as plantas que apresentam efeitos de interesse fitoterápico, destaca-se o cravo-da-índia.

*Syzygium aromaticum* (L.), popularmente conhecido como Cravo-da-Índia, é uma planta da família Mirtaceae, perene e de porte arbóreo, que produz pequenas flores hermafroditas longo-penduculadas, pequenas e aromáticas, que são comercializadas secas ainda na fase de botão, e são a principal matéria-prima para a obtenção do óleo essencial de Cravo-da-Índia (Lorenzini e Matos, 2008). Vale ressaltar que a mesma planta apresenta sinônimos taxonômicos: *Eugenia caryophyllata* Thunb., *Caryophyllus aromaticus* (L.), *Myrtus caryophyllus* Spreng., e *Jambosa caryophyllus* Nied.

Na fitoterapia, sua utilização se dá de diversas maneiras, como em extratos aquosos, extratos etanólicos e na forma de óleo essencial. O óleo essencial do cravo-da-índia pode ser extraído a partir de processos relativamente simples, sendo a destilação por arraste a vapor a mais amplamente utilizada, por gerar um óleo essencial de excelente qualidade e permitir o processamento de grandes quantidades de matéria prima (Silveira *et al.* 2012). Muitos estudos tem demonstrado a ação antimicrobiana *in vitro* do óleo essencial do cravo contra muitos tipos de bactérias e fungos patogênicos (Affonso *et al.* 2012).

O cravo-da-índia é também utilizado comumente na culinária, para a confecção de doces e como tempero para carnes, por conta de seu sabor ácido e levemente picante, e aroma característico. As propriedades antimicrobianas e antioxidantes do cravo-da-índia podem ter aplicação também na indústria de alimentos, como condimento conservante, aumentando a durabilidade dos alimentos ao diminuir oxidações e inibir o desenvolvimento microbiano (Cortés-Rojas *et al.* 2014).

Além disso, Marcondes *et al.* (2014) asseveram que a utilização de extratos aquosos de plantas medicinais tem sido objeto de estudos para o desenvolvimento de alternativas para o controle de pragas da agricultura, tendo em vista a menor agressividade com o meio ambiente e com a saúde do consumidor final, quando comparado com praguicidas sintéticos convencionais, justificando a inclusão do cravo-da-índia no hall de alternativas para esse fim.

O presente estudo teve por objetivo levantar informações acerca das propriedades antimicrobianas do *S. aromaticum* presentes na bibliografia recente, e refletir sobre seus potenciais usos nas áreas da saúde, indústria e agricultura.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado com base na pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e descritivo, a partir do levantamento de publicações científicas recentes relacionadas ao tema proposto.

Os critérios utilizados para a seleção do material foram: ser artigo de pesquisa científica publicado em periódicos nacionais ou internacionais em língua portuguesa, inglesa ou espanhola, indexados em bases de dados, tendo sido publicado no período entre 2013 e 2018.

Os descritores como indexadores das buscas foram: cravo-da-índia, *Syzygium aromaticum*, *Eugenia cariophyllata*, bactérias, fungos, e indústria, e seus respectivos correspondentes em língua inglesa. As buscas foram realizadas com os indexadores aos pares da seguinte maneira: Cravo-da-índia, bactérias; Cravo-da-índia, fungos; Cravo-da-índia, indústria; *Syzygium aromaticum*, bactérias; *Syzygium aromaticum*, fungos; *Syzygium aromaticum*, indústria; *Eugenia cariophyllata*, bactérias; *Eugenia cariophyllata*, fungos; *Eugenia cariophyllata*, indústria.

Os portais utilizados nas buscas foram o Scielo (Scientific Eletronic Library Online), Google acadêmico e Bireme. Os artigos foram selecionados com base na avaliação subjetiva de seus resumos e resultados, totalizando 40 artigos relevantes e relacionados com a temática escolhida. Posteriormente, os documentos foram submetidos à leitura integral criteriosa, com ênfase em suas metodologias e resultados, a fim de se obter o encadeamento lógico das ideias e conclusões propostas por cada autor de modo a contruir os resultados de maneira coerente e imparcial.

## 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Ascensão e Filho (2013), realizaram a extração do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* a partir do método de destilação por arraste a vapor, e o analisaram a partir da técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectroscopia de massa, e constataram que o Eugenol é o principal componente do óleo essencial do cravo-da-índia, correspondendo a 52,53%, seguido do Cariofileno (37,25%). Por outro lado, Souza *et al.* (2016) utilizando-se apenas da cromatografia gasosa

encontraram uma porcentagem de 80% de Eugenol no óleo essencial analisado, comprovando que este é o componente majoritário do mesmo, o que corrobora o levantamento feito por Affonso *et al.* (2012), que encontraram dez pesquisas onde o teor de Eugenol no óleo variou entre 47 e 91%, devido às diferentes procedências dos botões de *S. aromaticum* utilizados na extração.

O Eugenol apresenta maior efeito contra bactérias Gram-negativas do que Gram-positivas, alterando o funcionamento da membrana plasmática por aumentar a quantidade de gordura saturada C16, C18 e ácidos graxos, e diminuir a quantidade de gordura insaturada C18. Impede também o transporte de íons e adenosina trifosfato (ATP), atingindo também diferentes enzimas bacterianas como a ATPase, carboxilase, amilase e proteases (Thorosky, 1989; Wendakoon e Sakagushi, 1995 *apud* Nazzaro *et al.* 2013). Outros estudos sugerem que o Eugenol consegue ainda destruir a membrana celular ocasionando o extravasamento de material intracelular (Nazzaro *et al.*, 2013).

Com relação aos efeitos contra microorganismos patogênicos, Ahmad *et al.* (2013) realizaram experimentos envolvendo o óleo essencial do cravo-da-índia com microorganismos associados à infecções urogenitais, a saber, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus fumigatus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* e *Salmonella Typhimurium*. O estudo baseou-se na utilização de discos de difusão em ágar, mas incluiu também o tratamento *in vivo* de cobaias de *Mus musculus* contra cepas de *C. albicans*. O óleo essencial de cravo, nas concentrações de 0,01g/ml apresentou um halo de inibição de 2,95cm, 2,75cm e 2,3cm para *E. coli*, *S. Typhimurium* e *B. subtilis* respectivamente. A concentração mínima inibitória (MIC) contra *E. coli* foi de 0,102 mg/ml, aproximadamente metade da ação antibacteriana do cloranfenicol, que é de 0.051 mg/ml.

Com relação à sua atividade contra fungos patogênicos, Ahmad *et al.* (2013) obtiveram um halo de inibição de 2,1cm, 1,7cm e 2,55cm nos testes *in vitro* contra *C. albicans*, *Cr. neoformans* e *A. fumigatus* respectivamente, quando utilizado óleo essencial de cravo na concentração de 0,01g/ml. A MIC para *C. albicans* foi de 0,051mg/ml, mostrando menor eficiência contra o patógeno do que fungicidas já consolidados no mercado, como o Fluconazol, cuja MIC é de 0,013mg/ml.

Nos testes *in vivo*, a utilização do óleo essencial de *S. aromaticum* contra a candidiase vaginal em camundongos reduziu de 12,5% a 19% o número de unidades formadoras de colônia (UFC), próximo aos 20% de redução obtida pela aplicação subcutânea de Nistatina, concluindo assim que o óleo essencial pode ser uma alternativa no tratamento de candidiase vaginal (Ahmad *et al.* 2013).

Esses resultados são corroborados pela pesquisa de Andreani *et al.* (2014), que demonstraram a atividade antifúngica do óleo essencial do *S. aromaticum* contra uma cepa padrão American Type Culture Collection (ATCC) de *C. albicans* utilizando-se da metodologia padrão do National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) tanto na preparação dos inóculos quanto na determinação da concentração mínima inibitória e da concentração fungicida mínima, sendo ambas 12,5%.

Lima *et al.* (2014) aplicaram óleo essencial de cravo sobre placas de meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar com cloranfenicol 1%, e utilizaram discos com micélios de *Aspergillus flavus* e *Aspergillus niger* para a inoculação dos microorganismos nas placas. O resultado foi o decréscimo do crescimento de *A. flavus* de 95% na alíquota de 10 $\mu$ l e de 100% na alíquota de 15 $\mu$ l, bastando a aplicação de 0,5 $\mu$ l para diminuir em 12% o crescimento do fungo. O resultado foi ainda melhor em *A. niger*, onde as alíquotas de 10 e 15 $\mu$ l inibiram 100% do crescimento fúngico.

Resultados significativos foram encontrados também por Ács *et al.* (2018), que testaram os efeitos de extratos líquidos e gasosos de diversos óleos essenciais contra bactérias causadoras comuns de infecções do trato respiratório. Na ocasião, o teste de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa detectou aproximadamente 70% de Eugenol, 26,5% de  $\beta$ -cariofileno e 6% de  $\alpha$ -humuleno no óleo essencial de cravo-da-índia. Esse óleo essencial foi aplicado nas bactérias Gram-positivas *Streptococcus pneumoniae*, *S. mutans*, *S. pyogenes* e nas Gram-negativas *Haemophilus influenzae*, *H. parainfluenzae* e *Moraxella catarrhalis*. Pelo método de macrodiluição de Broth, apresentou significativo efeito inibitório para todas as bactérias citadas, tendo a menor MIC contra *S. pyogenes* (0.1mg/ml); porém no teste antibacteriano dos vapores de óleos essenciais, o cravo-da-índia mostrou-se efetivo apenas em concentrações maiores que 90 $\mu$ l/L, e apenas contra bactérias Gram-negativas, sobretudo sobre *H. influenzae*. A maior efetividade dos óleos essenciais na forma líquida do que

na gasosa se dá, provavelmente, devido ao contato direto da substância com as células dos patógenos.

Souza *et al.* (2016) testaram a ação antimicrobiana contra *E. coli* enterotoxigênica de 16 óleos essenciais de plantas, entre eles, *S. aromaticum*, a partir do método de microdiluição em caldo com a utilização de microplacas de poliestireno de 96 poços. O óleo de cravo-da-índia apresentou atividade mínima bactericida na concentração de 0,5%, sendo um dos quatro mais eficientes dentre os testados.

Já Silva *et al* (2014) fizeram a análise de óleos essenciais extraídos por destilação por arraste a vapor em relação à antibióticos convencionais, analisando comparativamente os halos de inibição gerados em placas de Ágar Mueller Hinton preparado segundo o Clinical and Laboratorial Standards Institute (CLSI), contra cepas de *E. coli* e *S. aureus*. O óleo de *S. aromaticum* apresentou efeito contra ambas as bactérias, gerando um halo de inibição de 16 e 18mm contra *E. coli* e *S. aureus* respectivamente. Contra a primeira, esse resultado correspondeu a 55,17% da ação do cloranfenicol (30µg/disco), 76,19% da ação da ampicilina (10µg/disco) e a 50% da ação do imipenem (10µg/disco), o que demonstra um efeito mais ameno do óleo em relação aos antibióticos convencionais.

Testes foram realizados também contra cepas de bactérias multirresistentes. Abdullah *et al.* (2015) utilizaram o óleo em cepas multirresistentes de *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Enterococcus faecalis*. Na concentração de 0,312%, obtiveram um halo de inibição de 14mm para *A. baumannii*, e de 7mm para *P. aeruginosa*. Na concentração máxima testada, 10%, todas as quatro cepas multirresistentes apresentaram um halo de inibição superior a 17mm, chegando a 25mm em *E. faecalis*, demonstrando sua possível utilização no tratamento de enfermidades causadas por microorganismos multirresistentes aos antimicrobianos convencionais.

Com relação à utilização do óleo essencial de cravo-da-índia na indústria de alimentos, Beraldo *et al.* (2013) fizeram uma análise comparativa entre os óleos essenciais de Cravo e Canela, e o hipoclorito de sódio, comumente utilizado na indústria para a limpeza do maquinário. O óleo essencial de cravo demonstrou uma atividade antimicrobiana superior a do hipoclorito, com MIC de 0,06% para

*S. aureus*, 0,08 para *L. monocytogenes*, 0,06% para *E. coli* e 0,04% para *Salmonella sp.* enquanto o hipoclorito apresentou MIC superior a 0,2% para todos. Neste estudo, a metodologia aplicada foi a microdiluição em microplacas de ELISA com caldo BHI adicionado de 0,5% de Tween 80.

Resultado semelhante foi encontrado por Binatti *et al.* 2016, que mostrou significativa inibição de *S. aureus*, *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium in vitro, através da metodologia de discos de difusão em ágar, utilizando não o óleo essencial, mas o extrato aquoso de cravo-da-índia a 10%.

Testes em matriz alimentícia foram efetuados por Almeida *et al.* (2014), onde carne de ovino misturada com óleo essencial de cravo na proporção de 400µl/g, foi contaminada com *S. aureus*. O resultado foi a inibição do crescimento bacteriano no alimento quando comparado com a carne de ovino sem a presença do óleo, apresentando variações de efeito dependendo do tempo de refrigeração ao qual a carne foi submetida. No tempo de refrigeração de 60 minutos, foram encontradas as menores quantidades de bactérias, correspondendo a 1,96 log ufc/g. Resultado semelhante ao de Oliveira *et al.* (2013), que demonstraram efeitos inibitórios do óleo essencial contra bactérias, em carne bovina contaminada com *Listeria monocytogenes*, tendo reduzido de 6,39 para 4,24 log ufc/g já no primeiro dia de aplicação, quando utilizado óleo essencial na concentração mínima testada, correspondente a 1,56%. As demais concentrações testadas por Oliveira *et al.* (2013), correspondentes a 3,125 e 6,25%, apresentaram efeitos ainda mais potentes nos dias subsequentes, chegando a zerar a contagem de células bacterianas viáveis nas amostras já no segundo dia após a aplicação, todavia essas duas concentrações produziram alterações significativas no odor e no sabor da carne, além de modificações na coloração que poderiam diminuir seu potencial comercial. O autor ressalta ainda que o caráter lipídico do agente antimicrobiano pode diminuir sua efetividade na conservação de alimentos cárneos, quando utilizados contra microorganismos que tenham maior afinidade com a parte aquosa do alimento.

Tofiño-Rivera *et al.* (2017) investigaram a possibilidade de utilização do óleo essencial de cravo como substituto para conservantes químicos na produção de linguiças artesanais. O óleo na concentração de 0,5ml/kg foi capaz de manter dentro dos padrões aceitáveis pela norma NTC1325 todos os parâmetros avaliados, mantendo estável o crescimento de *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella sp.*, e esporos de *Clostridium* sulfito redutor em proporções semelhantes aos



conservantes químicos nitrato de potássio 0,3%, fosfato de potássio 0,3% e benzoato 0,05% nos primeiros 24 dias após a confecção dos embutidos. Além disso, as linguças cruas tratadas com o óleo essencial apresentaram melhores características de cor e odor, sem apresentar diferenças significantes em comparação com as linguças tratadas com conservantes químicos tradicionais quando cozidas.

O óleo essencial de *S. aromaticum* pode ser aplicável também na conservação de frutas. Serpa *et al.* (2014) testaram a utilização de uma preparação de água de cravo-da-índia misturada com 3% de fécula de mandioca para a conservação de manga "palmer", constatando que as mangas tratadas com essa preparação foram menos atacadas por fungos fitopatogênicos como *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*, sendo que este último teve seu crescimento inibido 100%. O tratamento não alterou de maneira significativa a maioria das características do produto, como cor, textura, acidez e diminuição de matéria fresca.

Villegas-Rascón *et al.* (2018) demonstraram também as propriedades inibitórias do óleo essencial em microcápsulas de quitosana, contra fungos comuns em cereais como *Aspergillus parasiticus* e *Fusarium verticillioides*. No teste de crescimento radial dos fungos, o óleo, na concentração de 750 partes por milhão, apresentou uma taxa de inibição de 85% para *A. parasiticus* e de 64% para *F. verticillioides* nas primeiras 48 horas de incubação, o que representa um efeito inibitório significativo, embora menos intenso do que o do óleo usado de maneira pura. Além disso, os autores demonstraram que essa concentração é capaz de inibir também a germinação dos esporos dos fungos em questão em quase 100%, constatando também que a porcentagem de inibição da germinação é diretamente proporcional ao tempo de exposição do patógeno ao óleo. Vale ressaltar, porém, que o óleo essencial do cravo não apresentou efeitos significantes na produção de aflatoxina e fulmonisinas pelos fungos.

Com relação à possibilidade de utilizar o cravo-da-índia como alternativa no controle de microorganismos fitopatogênicos, Ascensão e Filho (2013) testaram os efeitos inibitórios do óleo essencial de cravo em quatro cepas de fungos causadores de doenças em vegetais, todas pertencentes ao gênero *Fusarium*. O experimento consistiu-se na diluição de diferentes concentrações de óleo essencial de cravo em meio de cultura Batata-Dextrose-Agar (BDA) seguido da inoculação das cepas e monitoramento do desenvolvimento das colônias. Os

autores constataram que o óleo, na concentração de 1µl/ml, foi suficiente para inibir 85% do crescimento de todas as cepas, chegando a 100% de inibição para a espécie *F. oxysporum f. sp. Tracheiphilum*. Dessa forma, os autores concluíram que o *S. aromaticum* pode ser utilizado como controle alternativo contra os fitopatógenos estudados.

Semelhantemente, Barbosa *et al.* (2015) avaliaram a atividade *in vitro* do óleo essencial contra o fungo *Colletotrichum musae*, importante praga da bananeira que pode trazer prejuízos tanto à plantação quanto às frutas em distribuição no comércio. Misturando-se diferentes concentrações do óleo ao meio de cultura fundente e semeando-o com discos de colônias fúngicas, os autores constataram que *C. musae* não apresentou crescimento significativo em nenhuma das concentrações de óleo testadas, a saber, 25, 50, 75, 100 e 125µl/L, efeito semelhante ao do fungicida químico tiabendazol 25µl/L. O crescimento fúngico nos experimentos contendo óleo essencial de cravo-da-índia se manteve nulo mesmo após 168 horas de incubação, o que demonstra que este pode ser uma excelente alternativa para o controle de *C. musae* em cultivos orgânicos de bananas.

Marcondes *et al.* (2014) testaram os efeitos *in vitro* dos extratos aquosos do cravo-da-índia contra *Colletotrichum gloeosporioides* e *Fusarium moniliforme* em meio de cultura DBA nas concentrações de 0, 5, 10 e 20%, avaliando também o potencial inibitório do extrato na germinação dos conídios. Os autores demonstraram que na concentração de 20%, o extrato aquoso de cravo da Índia foi capaz de inibir o crescimento de *C. gloeosporioides*, cujo crescimento micelial se manteve em 0,9mm mesmo após 96 horas de incubação, além de reduzir drasticamente a produção e a viabilidade de conídios. O extrato aquoso a 20 % também impediu o crescimento micelial de *F. moniliforme*, além de reduzir drasticamente a produção de conídios por este fungo, embora não tenha tido os melhores resultados na inibição de sua germinação.

Fialho e Papa (2015) testaram a eficiência do óleo essencial de cravo contra o fungo causador da antraquinose da videira, conhecido como *Sphaceloma ampelinum*, utilizando-se também de testes em meio de cultura DBA+óleo essencial para avaliar o crescimento micelial, e a diluição de conídios em solução apropriada+óleo essencial em poços de placas ELISA para determinar a viabilidade dos conídios. Os autores demonstraram que o óleo essencial de cravo na concentração de 0,3% foi capaz de inibir 100% do crescimento do fungo e

da germinação dos conídios, o que demonstra suas potencialidades para controle da antraquinose da videira.

Na mesma linha, Júnior *et. al.* (2017) avaliaram os efeitos do óleo sobre escleródios do fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, depositando-os de maneira equidistante sobre placas de petri contendo Ágar-Água, que receberam o tratamento com diferentes concentrações de óleo, a saber, 0, 1000, 3000 e 5000ppm, e foram encubadas e observadas por um período de 45 dias. Os escleródios expostos à concentração de 5000ppm de óleo essencial de cravo foram inibidos em 100%, e o posterior teste de germinação evidenciou 0% de viabilidade dos escleródios não germinados após o 45º dia. Os autores afirmam ainda que a coloração interna do escleródio obtida pelo teste tetrazólio indicou a desnaturação proteica e a inibição da atividade da enzima desidrogenase, concluindo assim que o óleo essencial de *S. aromaticum* apresenta imenso potencial para o combate de formas de resistência de *Sc. sclerotiorum*, fungo causador de doenças em mais de 400 tipos de vegetais.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O óleo essencial de cravo-da-índia é um composto com vários tipos diferentes de substâncias químicas que podem influenciar sua aplicabilidade de diversas maneiras. Vários estudos encontrados constataram que o teor de cada componente do óleo pode variar de acordo com as características do local de cultivo da planta de onde foram obtidos os botões florais para a extração, tornando um processo relativamente difícil obter-se um padrão homogêneo de óleo para ser utilizado em larga escala. Para que isso seja possível é necessário que as empresas produtoras do óleo essencial tenham um grande rigor com relação às localidades e condições de origem de sua matéria prima. Além disso, um maior rigor no processo de controle de qualidade do produto final pode ser obtido com a aplicação das mesmas técnicas utilizadas nas pesquisas aqui apresentadas, por exemplo, a cromatografia gasosa e a espectrometria de massa. É importante também que essas informações específicas da composição química do óleo sejam impressas de maneira clara no rótulo ou na bula do produto final, a fim de passar para o usuário a informação da composição química daquele óleo essencial especificamente.

Com relação à sua aplicabilidade na área da saúde, muitos estudos chegaram à conclusão de que as substâncias contidas no cravo-da-índia, sobretudo o Eugenol, apresentam potencial inibitório contra diversos tipos de microorganismos, sejam eles fungos ou bactérias. Todavia, a maioria dos testes foram realizados *in vitro*, sendo ainda escassa a bibliografia recente com relação à aplicabilidade do cravo-da-índia *in vivo*. Vale ressaltar que várias das patologias as quais podem atualmente ser tratadas com a utilização do cravo-da-índia de maneira segura, restringem-se a desconfortos orais ou do sistema digestório (quando em forma de chá), ou de enfermidades cutâneas superficiais como micose de unha e candidíase (quando em forma de óleo). Dado o potencial inibitório do extrato de cravo contra importantes bactérias causadoras de infecções do trato respiratório, como *H. influenzae*, ou causadoras de infecções como *Pseudomonas sp.*, *Staphylococcus sp.* e *Enterococcus sp.*, torna-se uma via de interesse de pesquisas científicas o efeito desses extratos *in vivo*, sobretudo no sistema respiratório e no sangue, sendo necessário um aprofundamento da farmacocinética e da farmacodinâmica dos componentes do cravo-da-índia isolados ou em sinergismo.

Sua utilização industrial se mostrou promissora, vez que possibilitou a conservação natural de alimentos sem a necessidade de aditivos químicos e, em alguns casos citados, sem a alteração das características organolépticas do alimento. No mundo contemporâneo, a busca por alternativas alimentares livres de compostos químicos artificiais tem crescido, e demonstra ser um mercado consumidor promissor. A ressalva para a utilização do extrato aquoso do cravo-da-índia para a conservação de alimentos é que apesar de conter substâncias inibidoras do crescimento microbiano, também aumenta a atividade de água do alimento, podendo contribuir com a sua deterioração. Já o uso do óleo essencial, se restringe unicamente a compostos que tenham afinidade com óleo, como gorduras de carne. Por fim, é necessário também um levantamento em termos de custo-benefício, pois embora o óleo essencial tenha demonstrado potencial conservante, seu preço é mais elevado do que os conservantes químicos industriais corriqueiramente utilizados para a conservação de alimentos, e mais elevado também que o preço dos sanitizantes utilizados para a limpeza de maquinário industrial. Sabemos porém, que a conservação de alimentos é um processo que envolve múltiplas etapas, e que portanto essa avaliação de custo-benefício deve ser feita caso a caso.

Com relação ao uso do extrato de cravo como pesticida, foram encontrados alguns artigos que demonstraram a ação inibitória dos extratos de cravo-da-índia contra fitopatógenos importantes em diversas culturas agrícolas. Todavia, os estudos foram realizados *in vitro* em condições de laboratório, o que impede a avaliação de outros tipos de variáveis que podem influenciar a sua utilização em produções agrícolas, como por exemplo o fato de o cravo apresentar características repelentes contra insetos, que pode intervir no processo de polinização da fruticultura; ou quais modificações a exposição à radiação ultravioleta dos raios solares poderiam interferir na atividade antimicrobiana do extrato, dentre outros exemplos. Desse modo, novas pesquisas testando a aplicabilidade dos extratos de *S. aromaticum* em campo são necessárias para determinar com propriedade seu potencial uso agrícola. Ademais, é necessário também que se avalie o custo-benefício em relação aos praguicidas convencionais a fim de determinar, caso a caso, a viabilidade de seu uso.

Desse modo, podemos concluir que os extratos de cravo-da-índia apresentam características antimicrobianas relevantes, sendo uma potencial alternativa ao uso de antimicrobianos, conservantes e praguicidas convencionais, necessitando, entretanto, de pesquisas mais aprofundadas para verificar a viabilidade de sua aplicação prática na saúde e na agricultura.

## 5. REFERÊNCIAS

Abdullah BH, Hatem SF, Juma A. A comparative study of the Antibacterial Activity of clove and Rosemary Essential Oils on Multidrug Resistant Bacteria. UK J. Pharm. & Biosc. [Internet]. 2015 [acesso em 2019 fev 6] 3(1); 19. Disponível em: [http://ukjpb.com/article\\_details.php?id=93](http://ukjpb.com/article_details.php?id=93)

Ács K, Balázs VL, Kocsis B, Bencsik T, Böszörményi A, Horváth G. Antibacterial activity evaluation of selected essential oils in liquid and vapor phase on respiratory tract pathogens. BMC Complementary and Alternative Medicine [Internet]. 2018 [acesso em 2019 fev 6] 18:227. Disponível em: <https://bmccomplementalmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12906-018-2291-9>

Affonso RS, Rennó MN, Slana GBCA, Franca TCC. Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial de Cravo da Índia. Rev. virtual de Quim. [Internet] 2012

[acesso em 2019 fev 6]. V.4, Nº2. P. 146-161. Mar/Abril. Disponível em <http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/254>

Ahmad A, Shaheen A, Owais M, Gaura SS. Antimicrobial activity of *Syzygium aromaticum* oil and its potential in the treatment of urogenital infections. *Formatex* [Internet]. 2013 [acesso em 2019 fev 6] P. 865-871. Disponível em <http://www.formatex.info/microbiology4/vol2/865-871.pdf>

Almeida AC, Oliveira L, Paulo PD, Martins ER, Souza RM, Figueiredo LS, Santos CA, Fonseca HC. Potencial antimicrobiano dos óleos essenciais de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* L.) e alfavacão (*Ocimum gratissimum* L.) em carne moída de ovinos contaminada experimentalmente com *Staphylococcus aureus*. *R. bras. ci. vet.* [Internet]. 2014 [acesso em 2019 fev 6]. v. 20, n. 4, p. 248-251. Disponível em: <http://periodicos.uff.br/rbcv/article/view/7256/5540>

Andreani G, Gonzales L, Kozusny-Andreani DI, Zangaro RA, Moreira LH, Fernandes AB. Avaliação do efeito fungicida da água ozonizada e de plantas medicinais sobre *Candida albicans*. in: Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. 13 e 17 de Outubro, Uberlândia, MG, BR. Universidade Federal de Uberlândia. 2014.

Ascensão VL, Filho VEM. Extração, caracterização química e atividade antifúngica do óleo essencial *Syzygium aromaticum* (cravo da índia). *Cad. Pesq.* [Internet]. 2013 [acesso em 2019 fev 6] V. 20, Nº Especial. p. 137-144. Julho. Disponível em:

<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/artic le/view/1769>

Barbosa MS, Vieira GHC, Teixeira AV. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa spp.*). *Rev. Bras. Pl. Med.* [Internet]. 2015 [acesso em 2019 fev 6]. v.17, n.2, p. 254-261. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722015000200254&script=sci\\_abstract&t lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722015000200254&script=sci_abstract&t lng=pt)

Beraldo C, Daneluzzi NS, Scanavacca J, Doyama JT, Júnior AF, Moritz CMF. Eficiência de óleos essenciais de canela e cravo-da-índia como sanitizantes da indústria de alimentos. *Pesq. Agropec. Trop.* [Internet]. 2013 [acesso em 2019 fev 6]. v. 43, n. 4, p. 436-440, out./dez. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n4/06.pdf>

Binatti TT, Geromel MR, Fazio MLS. Ação antimicrobiana de especiarias sobre o desenvolvimento bacteriano. *Higiene Alimentar* [Internet]. 2016 [acesso em 2019 fev 6]. V.30 n. 260/261. p. 105-108. Disponível em:

<http://docs.bvsalud.org/biblioref/2016/11/2786/260-261-sitecompressed-105-108.pdf>

Bruning MCR, Moseguir GBG, Viana CMM. A utilização da fitoterapia e de plantas medicinais em unidades básicas de saúde nos municípios de Cascavel e Foz do Iguaçu – Paraná: a visão dos profissionais de saúde. *Ciência & Saúde Coletiva* [Internet]. 2012 [acesso em 2019 fev 6] 17(10), P. 2675-2685. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232012001000017&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232012001000017&script=sci_abstract&tlng=pt)

Cortés-Rojas DF, Souza CRF, Oliveira WP. Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* [Internet]. 2014 [acesso em 2019 fev 6]. 4(2): p. 90-96. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3819475/>

Fialho RO, Papa MFS. Atividade antifúngica *in vitro* de óleos essenciais sobre *Sphaceloma ampelinum*. *Cultura Agronômica* [Internet]. 2015 [acesso em 2019 fev 6] v.24, n.1, p.63-70. Disponível em: <http://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2302>

Júnior ALG, Coser E, Júnior JBT, Itako AT. Controle alternativo com óleos essenciais sobre a germinação de escleródios do fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. *Summa Phytopathol.* [Internet]. 2017 [acesso em 2019 fev 6] v.43 Suplemento. Disponível em: [http://www.summanet.com.br/summanet-site/congressos/2017/Resumos/Resumo40CPFito\\_134.pdf](http://www.summanet.com.br/summanet-site/congressos/2017/Resumos/Resumo40CPFito_134.pdf)

Lima A, Ribeiro AS, Bonaldo SM. Efeitos dos óleos essenciais de *Syzygium aromaticum* e *Melaleuca alternifolia* sobre isolados de *Aspergillus* sp. *Sci. Elec. Arch.* [Internet]. 2014 [acesso em 2019 fev 6]. Vol. 5. p. 63-67. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/279286034\\_Efeito\\_dos\\_Oleos\\_Essenciais\\_de\\_Syzygium\\_aromaticum\\_e\\_Melaleuca\\_alternifolia\\_sobre\\_Isolados\\_de\\_A\\_spergillus\\_sp\\_Effect\\_of\\_Essential\\_Oils\\_of\\_Syzygium\\_aromaticum\\_and\\_Melaleuca\\_alternifolia\\_on\\_Isolates\\_of\\_/download](https://www.researchgate.net/publication/279286034_Efeito_dos_Oleos_Essenciais_de_Syzygium_aromaticum_e_Melaleuca_alternifolia_sobre_Isolados_de_A_spergillus_sp_Effect_of_Essential_Oils_of_Syzygium_aromaticum_and_Melaleuca_alternifolia_on_Isolates_of_/download)

Lorenzini H, Matos FJA. Plantas medicinais no Brasil nativas e exóticas. 2ª Edição. Nova Odessa – SP. Editora Plantarum. 2008.

Loureiro RJ, Roque F, Rodrigues AT, Herdeiro MT, Ramalheira E. O uso de antibióticos e as resistências bacterianas: Breves notas sobre sua evolução. *Rev. port. saúde pública* [Internet]. 2016 [acesso em 2019 fev 6]. 34 (1), P. 77-84. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S087090251500067X>

Marcondes MM, Martins Marcondes M, Baldin I, Maia AJ, Leite CD, Faria CMDR. Influência de diferentes extratos aquosos de plantas medicinais no desenvolvimento de *Colletotrichum gloeosporioides* e de *Fusarium moniliforme*. Rev. Bras. Pl. Med. [Internet]. 2014 [acesso em 2019 fev 6]. v.16, n.4, p.896-904. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722014000400016&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722014000400016&script=sci_abstract&lng=pt)

Nazzaro F, Fratianni F, De Martino L, Coppola R, De Feo V. Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. *Pharmaceuticals* [Internet]. 2013 [acesso em 2019 fev 6]. nº 6, p. 1451-1474. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8247/6/12/1451>

Oliveira TLC, Cardoso MG, Soares RA, Ramos EM, Piccoli RH, Tebaldi VMR. Inhibitory activity of *Syzygium aromaticum* and *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. essential oils against *Listeria monocytogenes* inoculated in bovine ground meat. Braz. J. Microbiol. [Internet]. 2013 [acesso em 2019 fev 6]. 44 (2). p. 357-365. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-83822013000200003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822013000200003)

Raven PH, Eichhorn SE, Evert RF. Biology of plants. 8ª Edição. Editora W. H. Freeman and Company Publishers. 2014.

Rodrigues AG, Simoni C, Machado GN. Cadernos de atenção básica, práticas integrativas e complementares: Plantas medicinais e fitoterapia na atenção básica [Internet]. Ministério da Saúde. Brasília. 2012 [acesso em 2019 fev 6]. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/praticas\\_integrativas\\_complementares\\_plantas\\_medicinais\\_cab31.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/praticas_integrativas_complementares_plantas_medicinais_cab31.pdf)

Serpa MFP, Castricini A, Mitsobuzi GP, Martins RN, Batista MF, Almeida TH. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. Revista Ceres. [Internet]. 2014 [acesso em 2019 fev 6]. v. 61, n.6, p. 975-982. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2014000600013&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2014000600013&script=sci_abstract&lng=pt)

Silva AA, Bergamo L, Camargo LP, Fernandes C, Mussato D, Canazart D, Filho BAA. Atividade microbiológica de óleos essenciais obtidos por arraste a vapor. Revista UNINGÁ Review. [Internet]. 2014 [acesso em 2019 fev 6]. V.20, n.3, p. 33-39. Disponível em: [https://www.mastereditora.com.br/periodico/20141130\\_221811.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20141130_221811.pdf)



Silveira CS, Busato NV, Costa AOS, Júnior EFC. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. Enciclopédia Biosfera. [Internet]. 2012 [acesso em 2019 fev 6]. V.8, Nº15. P. 2038-2052. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/21027490/levantamento-e-analise-de-metodos-de-extracao-de-oleos-essenciais>

Souza AA, Dias NAA, Piccoli RH, Bertolucci SKV. Composição química e concentração mínima bactericida de dezesseis óleos essenciais sobre *Escherichia coli* enterotoxigênica. Rev. Bras. Pl. Med. [Internet]. 2016 [acesso em 2019 fev 6] v.18, n.1, p.105-112. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722016000100105](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722016000100105)

Tofiño-Rivera A, Ortega-Cuadros M, Herrera-Hinojosa BK, Fragoso-Castilla P, Pedraza-Claros B. Conservación microbiológica de embutido carnico artesanal con aceites esenciales *Eugenia caryophyllata* y *Thymus vulgaris*. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial [Internet]. 2017 [acesso em 2019 fev 6]. Edição especial Nº2. p.30-41. Disponível em: <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/591>

Villegas-Rascón RE, López-Meneses AK, Plascencia-Jatomea M, Cota-Arriola O, Moreno-Ibarra GM, Castellón-Campaña LG, Sánchez-Mariñez RI, Cortez-Rocha MO. Control of mycotoxigenic fungi with microcapsules of essential oils encapsulated in chitosan. Food Sci. Technol. [Internet]. 2018 [acesso em 2019 fev 6]. 38(2) p. 335-340. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612018000200335](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612018000200335)

**Recebido em:** 06/02/2019

**Aceito em:** 08/04/2019