

Atividade antibacteriana de óleos essenciais frente à *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*

Antibacterial activity of essential oils against Pseudomonas aeruginosa and Staphylococcus aureus

Marcos Vinicius Dahmer Alves¹; Karine Raquel Uhdich Kleibert¹; Simony Costa Beber¹; Marilei Uecher Plestsch²; Keli Jaqueline Staudt³; Izabel Almeida Alves⁴; Christiane de Fátima Colet^{5*}

¹Graduados em Farmácia pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Ijuí, RS, Brasil.

² Professora assistente da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Ijuí, RS, Brasil.

³Doutoranda pelo programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGCF-UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

⁴Professora da Universidade Federal de Bahia (UFBA), Campus Ondina, Salvador, BA, Brasil.

⁵Professora adjunta da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Ijuí, RS, Brasil.

*Autor correspondente. E-mail: christiane.colet@unijui.edu.br

Recebido: 04/12/2021; Aceito: 09/02/2022

RESUMO

As plantas têm se tornando alvo de novas buscas, na qual seus óleos essenciais (OE) têm demonstrado atividade antimicrobiana frente a diversos microrganismos. Este estudo objetivou testar a eficácia dos OE de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) e de lavanda (*Lavandula dentata*) frente a cepas *American Type Culture Collection* (ATCC) as bactérias *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) e *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). Empregou-se o método de semeadura em placas de Petri com diferentes concentrações dos óleos citados, além de antibióticos como controles positivos (amoxicilina e ciprofloxacino) e o controle negativo (tween 80). Após 24h, 48h e 72h de incubação em estufa a 37°C foi realizada medição dos halos de inibição. Os óleos não apresentaram atividade, em nenhuma concentração testada frente a *P. aeruginosa*. Já frente a *S. aureus*, os óleos demonstraram inibição nas concentrações superiores a 30%, com maior inibição no OE de eucalipto a 100%.

Palavras-chave: bactérias do trato respiratório, medicamentos inovadores, óleos essenciais, resistência antibacteriana.

ABSTRACT

Plants have become the target of new searches, in which their essential oils (EO) have demonstrated antimicrobial activity against several microorganisms. This study aimed to test the efficacy of eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) and lavender (*Lavandula dentata*) EOs against *American Type Culture Collection* (ATCC) strains, the bacteria

Pseudomonas aeruginosa (*P. aeruginosa*) and *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). The method of sowing in Petri dishes with different concentrations of the oils mentioned was used, in addition to antibiotics as positive controls (amoxicillin and ciprofloxacin) and negative control (tween 80). After 24h, 48h and 72h of incubation in an oven at 37°C, measurement of inhibition zones was performed. The oils did not show activity at any concentration tested against *P. aeruginosa*. Already against *S. aureus*, the oils showed inhibition at concentrations above 30%, with greater inhibition in the EO of 100% eucalyptus.

Keywords: antibacterial resistance, essential oils, innovative medicines, respiratory tract bacteria.

INTRODUÇÃO

O crescente uso indiscriminado de antibióticos ocasionou uma elevação da resistência bacteriana nos últimos anos e teve como consequência aumento de morbidade e mortalidade. Entre as bactérias mais frequentes relacionadas com infecções comunitárias ou hospitalares resistentes são: *S. aureus*, *Escherichia coli* e *P. aeruginosa* (BAPTISTA, 2017).

O *S. aureus* é uma bactéria do grupo dos cocos Gram-positivos, frequentemente encontrada na pele e nas fossas nasais de pessoas saudáveis. Entretanto pode provocar várias doenças, tanto de origem hospitalar como comunitária (ANVISA, 2020). Dentre as doenças causadas destacam-se as infecções cutâneas (impetigo, foliculite, furúnculos), as feridas cirúrgicas infectadas por este patógeno (representando um grande foco para o desenvolvimento das infecções sistêmicas, que em muitos casos são fatais), a broncopneumonia estafilocócica (adquirida na comunidade), endocardite, osteomielite, entre outras doenças (RATTI & SOUZA, 2009).

A. P. aeruginosa é uma bactéria Gram-negativa, que apresenta uma ampla distribuição no ambiente, como solo e água, entretanto consegue colonizar seres humanos, sendo considerado um patógeno oportunista, causando diversas infecções relacionadas ao trato respiratório, corrente sanguínea, pele e tecidos moles, trato urinário (HERNÁNDEZ et al., 2018). Mais de 70% das infecções por *P. aeruginosa* ocorrem com infecções nosocomiais (TUON et al., 2012). Esta cepa está relacionada com elevada resistência antibacteriana, sendo o agente responsável por até 30% das infecções em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) (HERNÁNDEZ et al., 2018).

Considerando o tratamento complexo para *P. aeruginosa* e *S. aureus*, bem como o perfil de resistência e a prevalência elevada destas infecções, que se tornam dominantes e importantes quando bactérias mais suscetíveis da microbiota normal são suprimidas (BROOKS et al., 2014). O tratamento das infecções causadas por estes microrganismos é um grande desafio para o campo médico e, exige a busca de novas substâncias antimicrobianas de outras fontes, incluindo plantas (CHOUHAN et al., 2017). E muitas espécies e preparados destas plantas medicinais são estudados visando o desenvolvimento de novos produtos que sejam promissores ao tratamento de infecções bacterianas (GAVANJI et al., 2014; GHAFAR et al., 2015; PINHEIRO et al., 2020).

Nessa perspectiva, acima descrita, os OE representam uma nova alternativa e seus efeitos antimicrobianos já foram descritos na literatura (TADTONG et al., 2012; CHOUHAN et al., 2017; ABDELLATIF et al., 2014; LEE et al., 2014). Em um estudo realizado por Contrucci et al. (2019), a atividade antimicrobiana dos OE testados, trouxe a possibilidade de desenvolver agentes antimicrobianos eficientes e de baixo custo no controle de *S. aureus* e *P. aeruginosa*.

Os OE constituem um dos mais importantes grupos de matérias primas para as indústrias de alimentos, farmacêutica, perfumaria e afins. Eles são compostos presentes naturalmente em plantas e, conseqüentemente, exercem funções biológicas relacionadas aos seus mecanismos de defesa. Sendo considerados antimicrobianos naturais e possuem potencial para serem utilizados como alternativas de tratamentos tradicionalmente utilizados. Entre os efeitos dos óleos essenciais destaca-se os antimicrobianos, exercendo efeito antibacteriano, antifúngico,

antiparasitário, antiviral, bem como antioxidante e anticancerígeno, no entanto, esses efeitos não são observados em todos os OEs, cada OE pode apresentar um ou mais efeitos (YE et al., 2013; POURGHANBARI et al., 2016; CHOUHAN et al., 2017; HASHEMINEJAD et al., 2019).

Um estudo que avaliou a composição química e a atividade antibacteriana de OE verificou que o OE de *L. Dentata* continha, 1,8-cineol, sabineno, cânfora, mirtenal, fenchona e α -pineno como os compostos principais, apresentando um efeito inibitório substancial em todas as cepas de bactérias testadas (SILVEIRA et al., 2012).

Em relação ao eucalipto, o estudo de Pires e colaboradores (2013), demonstrou que o eucaliptol era responsável pela atividade antisséptica dos OE de *E. myrcocorys* e *E. globulus* (PIRES et al., 2013). E na avaliação da atividade e composição química dos OE de 5 espécies de *Eucalyptus*, os autores observaram que os compostos majoritários variaram muito conforme a espécie, com um predomínio de monoterpenos em todos os OE. Em relação a atividade antibacteriana os 5 óleos testados foram ativos contra *S. aureus* (ATCC 6538) (ESTANISLAU et al., 2001).

Assim, tendo em vista que bactérias resistentes a múltiplos antimicrobianos representam um desafio no tratamento de infecções atualmente, sendo notória a necessidade de encontrar novas substâncias com propriedades antimicrobianas para serem utilizadas no combate a esses microrganismos, dessa forma, demonstra-se a importância deste trabalho. O objetivo foi testar a eficácia *in vitro* dos OE de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) e de lavanda (*Lavandula dentata*) frente a cepas ATCCs das bactérias *P. aeruginosa* e *S. aureus*.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa experimental, *in vitro*, com culturas de bactérias para as quais foi testado o efeito de dois OE. As bactérias selecionadas foram a *P. aeruginosa* e *S. aureus*. Os OE selecionados foram o *E. citriodora* e *L. dentata*.

A planta *E. citriodora* foi obtida em propriedade privada de participantes do projeto de pesquisa da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), na cidade de Catuípe, RS, sob as coordenadas geográficas -28.289251,-53.969025. Já, as flores da *L. dentata*, foram coletadas no jardim do campus da UNIJUÍ, na cidade de Ijuí, RS, com localização geográfica de latitude 28°23'31.5"S e longitude 53°56'56.1"W.

Ambos os OE foram extraídos no laboratório de química orgânica, situado no Campus de Ijuí, da UNIJUÍ, pelo método de hidrodestilação por arraste a vapor no aparelho de Clevenger. A técnica condiz com o descrito na Farmacopeia Brasileira 5ª edição, 2010.

As flores da lavanda e as folhas do eucalipto foram acondicionadas em balão de fundo redondo de 2000mL e 5000mL, com água destilada, suficiente para cobrir o material vegetal. O balão foi conectado ao Clevenger e o conjunto submetido a uma temperatura de 100 °C pelo período de 4 horas, o óleo foi coletado depois de 4 horas de extração e acondicionado em frascos de vidro, devidamente tampados, e, resfriados em geladeira.

A análise química dos OE foi realizada no laboratório de análises químicas da UNIJUÍ, com o propósito de investigar os constituintes majoritários dos OE de *E. citriodora* e *L. dentata*. A técnica empregada foi a de Cromatografia Gasosa acoplada ao Espectrômetro de Massas (GC/MS), utilizando um cromatógrafo gasoso triplo quadrupolo Agilent Technologies 7890B, equipado com coluna capilar de sílica fundida HP-5MS (30 m; 0,25 mm; 0,25 μ m) acoplado a espectrômetro de massa, que vem a ser um método muito adequado para a identificação, devido aos componentes do óleo serem voláteis e de baixo peso molecular.

Os microrganismos utilizados foram as bactérias *P. aeruginosa* (ATCC 15442) e *S. aureus* (ATCC 6538), que foram semeadas em placas Petri com meio de cultura Mueller Hinton, sob a técnica de semeadura com swab em estrias simples. As placas, após semeadas, foram perfuradas de forma que, ficassem poços para implantação de 20 μ l de cada concentração de OE. As concentrações utilizadas foram: 5, 10, 30, 50 e 100%, (diluição em água

destilada e tween 80 a 20%) tanto de OE de *E. citriodora*, quanto de *L. dentatae*, também, uma mistura (50% de cada OE) com as concentrações de 100% de ambos os OE foi testada. Após, foram levadas a estufa a 37°C em períodos de 24 horas, 48 horas e 72 horas, sendo realizada a medição e comparação dos halos de inibição entre os tempos propostos. Os testes foram realizados em triplicatas.

Também, foram utilizados discos de antibióticos, como controle positivo. Os antibióticos utilizados foram amoxicilina e ciprofloxacino para *S. aureus* e o ciprofloxacino para a *P. aeruginosa*. Como controle negativo, foi utilizado tween 80, de forma diluída a 20% em água estéril. A Figura 1 retrata a metodologia utilizada.

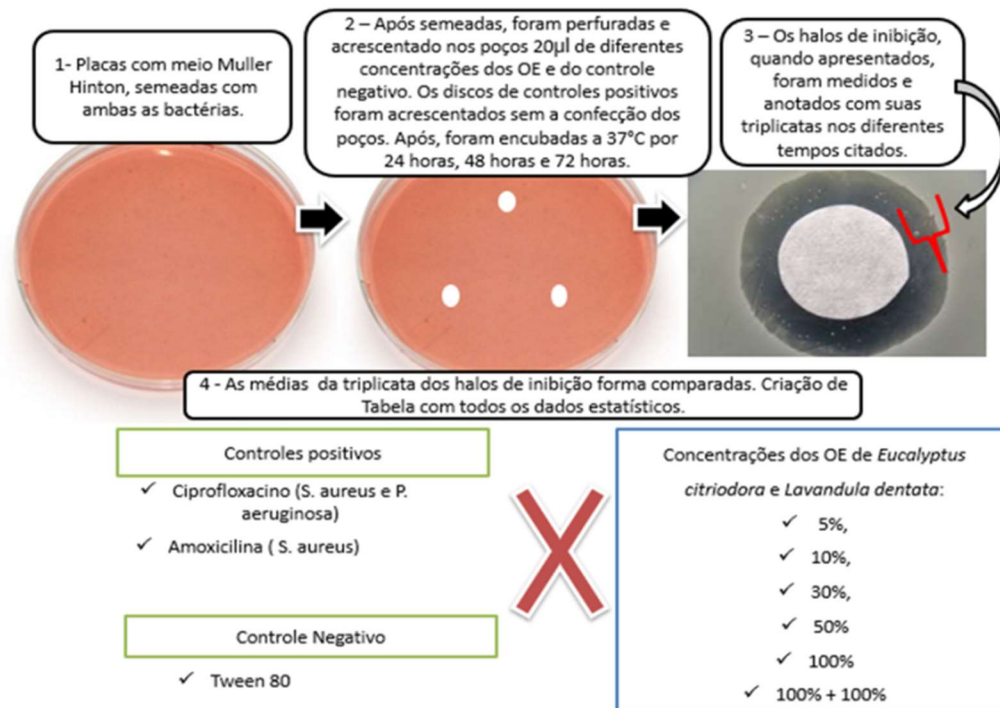


Figura 1: Metodologia.

RESULTADOS

Os resultados obtidos para atividade antibacteriana dos OE de eucalipto e lavanda, expressos pela média dos halos de inibição das bactérias, estão dispostos na Tabela 1.

Os dados apresentados indicam que tanto *S. aureus* quanto *P. aeruginosa* não apresentaram halo de inibição nas concentrações de 5 e 10% de ambos os OE. Ainda, verificou-se que para *P. aeruginosa* não foi obtido resposta positiva em nenhuma das concentrações dos dois OE testados, apresentando crescimento para todas as concentrações de ambos OE, mostrando que frente a esse patógeno os óleos testados não apresentam atividade antibacteriana. A mistura dos dois OE também não trouxe nenhum resultado para essa bactéria.

Tabela 1. Halos de inibição (mm) formados pela ação antibacteriana do óleo essencial de *E. citriodora* e *L. dentata* contra *S. aureus* e *P. aeruginosa* após 24, 48 e 72 horas de tratamento.

		Halo de inibição					
		<i>Staphylococcus Aureus</i>			<i>Pseudomona Aeruginosa</i>		
Tempo		24h	48h	72h	24h	48h	72h
		M±dp	M±dp	M±dp	M± dp	M± dp	M± dp
OE <i>Eucalyptus citriodora</i>	5%	0	0	0	0	0	0
	10%	0	0	0	0	0	0
	30%	19,33±2,31 ^a	14,67±2,31 ^a	15,33±4,16 ^a	0	0	0
	50%	19,33±1,15 ^a	19,33±1,15 ^a	20,00±0 ^a	0	0	0
	100%	76,66±20,43 ^b	66,00±29,46 ^b	60,66±34,19 ^b	0	0	0
OE <i>Lavandula dentata</i>	5%	0	0	0	0	0	0
	10%	0	0	0	0	0	0
	30%	24,00±5,29 ^c	23,33±4,16 ^c	23,33±3,06 ^c	0	0	0
	50%	22,16±1,15 ^c	21,18±4,00 ^c	22 ^c	0	0	0
	100%	38,66±9,24 ^d	31,33±3,05 ^d	26,67±1,15 ^d	0	0	0
OE <i>Eucalyptus citriodora</i> + <i>Lavandula dentata</i>	100%	28,67±3,05 ^e	31,33±3,05 ^e	26,00±2,00 ^e	0	0	0
Controle positivo	Amoxicilina	64	100	100	-	-	-
	Ciprofloxacino	70,00 ± 10,39	71,33 ± 11,55	71,33 ± 11,55	81,33 ± 3,05	81,33 ± 4,62	80,00 ± 3,46
Controle negativo	Água e Tween 80	0	0	0	0	0	0

Legenda: M ± dp (media ± desvio padrão; a) resultado inferior ao eucalipto 100% (p<0,05), mas sem diferença entre si; b) eucalipto 100% teve melhor resultado que amoxicilina e ciprofloxacino em 24 horas; c) resultado inferior a lavanda 100% (p<0,05), mas sem diferença entre si; d) resultados da lavanda 100% foram inferiores aos controles positivos em todos os tempos analisados; e) Lavanda e eucalipto apresentaram resultado inferior a lavanda 100% no tempo 24h e igual nos demais tempos e inferior ao OE de eucalipto em todos os tempos analisados.

O OE de lavanda apresentou resultados superiores aos controles positivos, com maiores halos, quando comparado ao eucalipto, nas concentrações de 30 e 50%, para a mesma bactéria (*S. aureus*), mas resultados inferiores, quando comparados os óleos puros. Ainda, em relação as análises das composições dos OE, é possível justificar as diferenças dos resultados obtidos na análise de ambos os OE, e encontram-se dispostos nas Tabelas 2 e 3.

O OE de eucalipto apresentou predominância dos compostos citronela (62,51%) e isopulegol (17,21%), enquanto o OE de lavanda, apresentou predominância em percentagens semelhantes dos compostos nerol (23,8%), e linalol (22,4%). Houve a presença de maior número de compostos no OE de lavanda, comparado ao de eucalipto.

Tabela 2. Análise dos constituintes químicos identificados no óleo essencial de *Eucalyptus citriodora*.

Composto	Tempo de Retenção (min.)	%
alfa pineno	5,8	0,74
1,8 cyneol	8,8	0,98
linalol	11,4	1,75
isopulegol	13,3	17,21
citronelal	14	62,51
neoisopulegol	14,4	1,33
citronelol	16,9	9,88
cariofileno	24,9	1,44
n.i	24,9	4,17

Tabela 3. Análise dos constituintes químicos identificados no óleo essencial de *Lavandula dentata*.

Composto	Tempo de Retenção (min.)	% em área
alfa-Pineno	5,3	8,9
beta-Mirceno	6,9	12,3
n.i	7,4	4,0
3-careno	7,6	0,8
D-Limoneno	8,1	3,4
n.i	8,4	2,5
ocimeno	8,7	7,3
terpinoleno	9,1	0,3
n.i	10,2	1,3
linalol	10,7	22,4
n.i	11,8	3,1
n.i	12,3	0,5
n.i	13,1	0,5
n.i	13,6	0,4
n.i	14,2	0,3
nerol	17,1	23,8
citral	17,6	0,7
n.i	18,5	0,5
nerol Acetato	21,6	1,1
acetato de geranila	22,4	3,2
cariofileno	23,7	2,1
n.i	25,3	0,4
farneseno	30,7	0,3

Os OE de eucalipto e lavanda, mantiveram efeitos semelhantes, no decorrer das 24h, 48h e 72h de análise de efeito sob as placas, embora, com pequena diminuição nos halos. Tais resultados podem ser justificados pois os OE são componentes oleosos e voláteis a temperatura ambiente (HASHEMINEJAD et al., 2019), e na metodologia empregada estes permaneceram na estufa a 37°C, com a probabilidade de evaporarem com maior facilidade, reduzindo assim as concentrações dos componentes, principalmente os mais polares.

Ainda sobre os controles positivos utilizados, a amoxicilina foi testada apenas para *S. aureus* e apresentou o melhor resultado do estudo, superior aos OE puro de ambas as plantas. Assim, considerando que foi o único que manteve aumento na inibição em todas as leituras realizadas, caracterizando assim, o efeito bactericida contra essa bactéria.

O ciprofloxacino, foi o controle positivo usado para ambas as cepas, com resultado um pouco superior para *P. aeruginosa*. Para a bactéria *P. aeruginosa*, manteve halo de inibição constante, com pouca diferença estatística.

DISCUSSÃO

A maioria dos estudos que investigam a ação dos OE sobre bactérias demonstra que os OE são mais ativos sobre as cepas Gram-positivas, devido aos organismos Gram-negativos, como a *P. aeruginosa* que apresentarem uma membrana externa, envolvendo a parede celular, que restringe a difusão de compostos hidrofóbicos através de uma cobertura lipopolissacarídica (ANVISA, 2020), dificultando assim, a ação dos OE sobre essa barreira.

Entre os OE avaliados, o de eucalipto nas concentrações de 30 e 50% teve resultado inferior ao óleo puro, e este resultado superior aos controles positivos em avaliação nas primeiras 24h, para *S. aureus*. Low e colaboradores (1974), demonstraram em seu estudo que o óleo de *E. citriodora* exerce sua atividade antimicrobiana por meio da ação sinérgica do citronelal e do citronelol. Em outra pesquisa de Nair e colaboradores (2008), verificou-se que o OE de *E. citriodora* não apresentou efeito frente a cepas de *P. aeruginosas* e teve resultados semelhantes a esse estudo frente a *S. aureus*, sendo destacado em sua conclusão a necessidade de isolamento para observar resultados mais promissores. Destaca-se ainda que embora ambos os trabalhos tenham sido realizados com as mesmas cepas e mesma planta, a região da coleta da planta foi distinta, um no Rio Grande do Sul, Brasil, e outro na Arábia Saudita. Tal fator, associado com mudanças de solo, clima e temperatura podem resultar em OE com constituintes químicos distintos, justificando a necessidade de estudos que avaliem as plantas e seu efeito quando cultivadas em regiões geográficas distintas.

Os resultados positivos indicando efeito antibacteriano dos OE testados podem ser justificados: pela perturbação da membrana citoplasmática pela interferência na bicamada fosfolipídica da parede celular; aumento da permeabilidade e perda dos constituintes celulares; e alteração de uma variedade de sistemas enzimáticos, incluindo aqueles envolvidos na produção de energia celular e síntese de componentes estruturais ou por inativação e destruição do material genético, resultando em perda do controle quimiosmótico da célula afetada, levando a morte bacteriana (POMBO et al., 2018).

Zago et al. (2009) avaliando a modulação de OE na atividade de ATM (an) sobre linhagens de *S. aureus* e *E. coli* isoladas de espécimes clínicos humanos, verificaram que *S. aureus* foi mais suscetível às associações de OE-ATM e que os óleos de capim cidreira e hortelã exercem efeito sinérgico com o maior número de drogas testadas. Com isso, o efeito causado sobre a *S. aureus* pode estar relacionado a não presença de sinergismo, devido ao resultado da combinação entre os dois OE não ter um efeito significativo em comparação aos OE não combinados. Tal resultado vai ao encontro do presente estudo uma vez que não se observou melhor efeito com uso dos OE combinados.

Como já apresentado a mistura dos dois OE não foi superior aos resultados dos OE isolados. De encontro, Pombo e colaboradores (2018) realizou pesquisa com OE para efeitos antibacterianos e pesquisas de sinergismo entre eles e constatou, em sua pesquisa, que as misturas com maior concentração de um determinado OE, juntamente com menores concentrações de outro, obtiveram resultados melhores em seu sinergismo e, efeito antibacteriano potencializado. Com isso, verifica-se a importância da realização de novas pesquisas com as

misturas desses mesmos OE em diferentes concentrações entre ambos, a fim de investigar possíveis mudanças nesses resultados, já que neste estudo utilizou-se apenas uma concentração.

Bezerra et al. (2020) usou citronelal, de forma isolada, composto majoritário do OE de eucalipto neste estudo, sendo que o mesmo apresentou diversas atividades biológicas, tais como antimicrobiana. Este efeito correlaciona-se aos encontrados no presente estudo, e pode demonstrar que a ação antibacteriana contra *S. aureus*, principalmente na concentração de 100%, pode estar relacionado com esse ativo, sem descartar sinergismo com outros presentes no produto e descritos na tabela 2.

O linalol é um metabólito secundário, componente de OE, encontrado no OE de lavanda (22,4%), bastante utilizado na indústria farmacêutica como fixador de fragrâncias, mas também pela medicina popular para efeitos anti-inflamatórios, analgésicos, hipotensores, vasorrelaxantes, antinociceptivos e por apresentar atividade antimicrobiana (CAMARGO & VASCONCELOS, 2014), podendo ser esse componente importante para ação antibacteriana do OE de lavanda. Além disso, o componente nerol (23,8%), também é apontado em estudo, como um dos principais com ação antibacteriana, sendo que para *S. aureus* o nerol foi mais efetivo, segundo pesquisa realizada por Hall et al. (2020). Assim, como citado no OE anterior, não se descarta o possível sinergismo entre ambos, e/ou com algum outro componente descrito na tabela 3.

Como apontado nos estudos citados, ambos os componentes majoritários das duas plantas apontam efeito antibacteriano, demonstrando a importância clínica dessas moléculas e a possibilidade de estudos mais aprofundados, com a isolamento desses compostos para protótipos de novos fármacos no combate de bactérias. Não descartando também, a possibilidade de testes com esses compostos isolados entre si, para pesquisar possível efeito sinérgico e até mesmo com combinação entre os componentes majoritários de cada um dos OE, em diferentes concentrações.

Segundo Chouhan et al (2017) a atividade antimicrobiana não se deve somente à presença dos compostos majoritários dos OE, mas da presença de outros componentes em menores concentrações que podem promover interações sinérgicas. Assim, um componente que apresente menor teor na composição de um OE também pode estar ligado ao efeito antibacteriano desse composto, facilitando muitas vezes a passagem desse pelas membranas das bactérias, dentre outros possíveis efeitos.

Devido a não realização de isolamento dos compostos ou estabilização do OE, e do teste de diferentes diluições entre os OE, eles tornam-se uma perspectiva para novos trabalhos.

CONCLUSÃO

O estudo permitiu constatar a eficácia dos OE de eucalipto e lavanda para tratamento *in vitro* de *S. aureus*, porém, esses OE foram ineficazes contra *P. aeruginosa*. Verificou-se que a associação entre os dois, não torna mais eficaz, mantendo resultados semelhantes com os obtidos com as diluições individuais. Baseando-se na composição química de cada planta, verifica-se que os componentes majoritários (citronele e isopulegol no OE de eucalipto; nerol e linalol no OE de lavanda), tem atividade antibacteriana e pode justificar os resultados encontrados no presente estudo. Assim, demonstra-se perspectivas positivas em torno de criação de possíveis protótipos de novos medicamentos antibacterianos, e novas pesquisas com a utilização desses compostos majoritários de forma individual, e/ou com diferentes métodos de diluição e obtenção dos compostos dessas plantas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao laboratório do Hospital de Caridade de Santo Ângelo pela doação das cepas ATCCS utilizadas no estudo.

REFERÊNCIAS

- ABDELLATIF, F.; BOUDJELLA, H.; ZITOUNI, A.; HASSANI, A. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from leaves of Algerian *Melissa officinalis* L. **EXCLI journal**, v.13, p.772–781. 2014.
- ANVISA. **Módulo 3: Resistência Microbiana - Mecanismos e Impacto Clínico**. Disponível em: <https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controlere/rede_rm/cursos/rm_controlere/opas_web/modulo3/mec_permeabilidade.htm>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- BAPTISTA, A.B. As Bactérias Multirresistentes Hospitalares e as Plantas Medicinais. **Revista Desafios**, v.4, n.4. 2017.
- BEZERRA, R.V.; BATISTA, F.B.R.; FERREIRA, J.L.S.; CAVALCANTE, J.N.M.; SIQUEIRA, D.S.; OLIVEIRA, H.M.B.F.; DINIZ, M.F.F.M.; PÊSSOA, H.L.F.; FILHO, A.A.O. Avaliação da Atividade Antibacteriana do Monoterpeno (S)-(-)-Citronelal contra cepas de *Pseudomonas aeruginosa*. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v.18, n.1. p. 507-516. 2020.
- BROOKS, G.F.; CARROLL, K.C.; BUTEL, J.S.; MORSE, S.A.; MIETZNER, T.A. **Microbiologia Médica de Jawetz, Melnick e Adelberg**. 26º Ed. São Paulo: AMGH Editora Ltda. 2014. 874p.
- CAMARGO, S.B.; VASCONCELOS, D.F.S.A. Atividades biológicas de Linalol: conceitos atuais e possibilidades futuras deste monoterpeno. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v.13, n.3 – especial, p. 381-387. 2014.
- CHOUHAN, S.; SHARMA, K.; GULERIA, S. Antimicrobial Activity of Some Essential Oils—Present Status and Future Perspectives. **Medicines**, v.4, n.3, p.2-21. 2017.
- CONTRUCCI, B.A.; SILVA, R.; JUNIOR, R.A.; ANDREANI, D.I.K. Efeito de Óleos Essenciais Sobre Bactérias Gram-Negativas Isoladas de Alimentos. **Revista Ensaios e Ciências**, v.23, n.3, p.-180-184. 2019.
- ESTANISLAU, A.A.; BARROS, F.A.Z.; PEÑA, A.P.; SANTOS, S.C.; FERRI, P.H.; PAULA, J.R. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de cinco espécies de *eucalyptus* cultivadas em Goiás. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.11, n.2, p.95-100. 2001.
- GAVANJI, S.; MOHAMMADI, E.; LARKI, B.; BAKHTARI, A. Antimicrobial and cytotoxic evaluation of some herbal essential oils in comparison with common antibiotics in bioassay condition. **Integrative Medicine Research**, v.3, n.3, p.142–152. 2014.
- GHAFFAR, A.; YAMEEN, M.; KIRAN, S.; KAMAL, S.; JALAL, F.; MUNIR, B.; SALEEM, S.; RAFIQ, N.; AHMAD, A.; SABA, I.; JUBBAR, A. Chemical Composition and in-Vitro Evaluation of the Antimicrobial and Antioxidant Activities of Essential Oils Extracted from Seven Eucalyptus Species. **Molecules**, v.20, n.11, p. 20487–20498. 2015.

HALL, M.C.; MARTELLI, E.; MANEGUZZI, C.; ZANETTI, M.; SILVA, L.L.; FIORI, M.A.; MACHADO JR, F.R.S.; MELLO, J.M.M.; DALCANTON, F. Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais Nerol e Melaleuca puros e microencapsulados. **Brazilian Journal of Health Review**, v.3, n.3, p.5331-5345. 2020.

HASHEMINEJAD, N.; KHODAIYAN, F.; SAFARI, M. Improving the antifungal activity of clove essential oil encapsulated by chitosan nanoparticles. **Food Chemistry**, 1;275, p.113-122. 2019.

HERNÁNDEZ, A.; YAGÜE, G.; VÁZQUEZ, E.G.; SIMÓN, M.; PARRADO, L.M.; CANTERAS, M.; GÓMEZ, J. Infecciones nosocomiales por *Pseudomonas aeruginosa* multiresistente incluido carbapenémicos: factores predictivos y pronósticos. Estudio prospectivo 2016-2017 [Nosocomial infections caused by multiresistant *Pseudomonas aeruginosa* (carbapenems included): predictive and prognostic factors. A prospective study (2016-2017)]. **Revista española de quimioterapia**. v.31, v.2, 123-130. 2018.

LEE, H.; AHN, J.-H.; KWON, A.-R.; LEE, E.S.; KWAK, J.-H.; MIN, Y.-H. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Apricot Seed. **Phytotherapy Research**, v.28, n.12, p.1867–1872. 2014.

LOW, D.; RAWAL, B.D.; GRIFFIN, W.J. Antibacterial Action of the Essential Oils of Some Australian Myrtaceae with Special References to the Activity of Chromatographic Fractions of Oil of *Eucalyptus Citriodora*. **Planta Medica**, v.26, n.6, p.184–189. 1974.

NAIR, R.; VAGHASIYA, Y.; CHANDA, S. Antibacterial activity of *Eucalyptus citriodora* Hk. oil on few clinically important bacteria. **African Journal of Biotechnology**, v.7, n.1. p.025-026, 2008.

PINHEIRO, R.E.E.; CHAVES, T.P.; MELO, E.S.; ALI, S.; ALI, S.W.; UMER, M.; GAMA, G.S.P.; LIRA, D.N.S.; SOUZA, J.S.N.; SOARES, M.J.S.; SANTIS, A.D.; MOTA, R.A.; FREITAS, P.R.; AFZAL, M.I.; SALEHI, B.; COUTINHO, H.D.M.; SETZER, W.N.; IMRAN, M.; SHARIFI-RAD, J. Modulatory-antibiotic activity of the essential oil from *Eucalyptus citriodora* against MDR bacterial strains. **Cellular and Molecular Biology (Noisy-Le-Grand, France)**, v.66, n.4, p.60–64. 2020.

PIRES, C.H.; PAULA, J.A.M.; TRESVENZOL, L.M.F.; FERRI, P.H.; PAULA, J.R.; FIUZA, T.S.; BARA, M.T.F. Composição química e atividade antimicrobiana dos óleos essenciais das folhas e flores de *Callistemon viminalis* (sol. ex Gaertn.) G. Don ex. Loudon (Myrtaceae). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v.34, n.4, p.597-601. 2013.

POMBO, J.C.P.; RIBEIRO, E.R.; PINTO, R.L.; SILVA, B.J.M. Efeito antimicrobiano e sinérgico de óleos essenciais sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.25, n.2, p.108-117. 2018.

POURGHANBARI, G.; NILI, H.; MOATTARI, A.; MOHAMMADI, A.; IRAJI, A. Antiviral activity of the oseltamivir and *Melissa officinalis* L. essential oil against avian influenza A virus (H9N2). **Virusdisease**, v.27, n.2, p.170–178. 2016.

RATTI, R.P.; SOUZA, C.P. *Staphylococcus aureus* metilina resistente (MRSA) e infecções nosocomiais. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v.30, n.2, p. 9-16, 2009.

SILVEIRA, S.M.; CUNHA, J.R.A.; SCHEUERMANN, G.N.; SECCHI, F.L.; VERRUCK, S.; KHOHN, M.; VIEIRA, C.R.W. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* (citronela), *Eucalyptus paniculata* (eucalipto) e *Lavandula angustifolia* (lavanda). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n.3, p.471-80, 2012.

TADTONG, S.; SUPPAWAT, S.; TINTAWEE, A.; SARAMAS, P.; JAREONVONG, S.; HONGRATANAWORAKIT, T. Antimicrobial Activity of Blended Essential Oil Preparation. **Natural Product Communications**, v.7, n.10, p.1401-1404. 2012.

TUON, F.F.; GORTZ, L.W.; ROCHA, J.L. Risk factors for pan-resistant *Pseudomonas aeruginosa* bacteremia and the adequacy of antibiotic therapy. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v.16, n.4, p.351-356. 2012.

YE, CHUN-LIN.; DAI, DE-HUI.; HU, WEI-LIAN. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil from onion (*Allium cepa* L.). **Food Control**, v.30, n.1, p.48-53. 2013.

ZAGO, J.A.A.; USHIMARU, P.I.; BARBOSA, L.N.; FERNANDES, JR.A. Sinergismo entre óleos essenciais e drogas antimicrobianas sobre linhagens de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isoladas de casos clínicos humanos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, p.828-833. 2009.