

Efeito antibacteriano do óleo essencial de *Mentha Piperita* L. sobre as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*

*Antibacterial effect of essential oil of Mentha piperita L. on bacteria
Staphylococcus aureus and Escherichia coli*

Isael da Silva Nonato^{1*}, Noelma Miranda de Brito², Vania Jesus dos Santos Oliveira³, Karine de Oliveira Almeida⁴

¹Centro Universitário Maria Milza - UNIMAM, Governador Mangabeira - Bahia, Brasil, 44350-000, isaelnonato@hotmail.com; ²Centro Universitário Maria Milza - UNIMAM, Governador Mangabeira - Bahia, Brasil, 44350-000, britonoelma@yahoo.com.br; ³Centro Universitário Maria Milza - UNIMAM, Governador Mangabeira - Bahia, Brasil, 44350-000, vania79br@yahoo.com.br; <https://orcid.org/0000-0001-6722-0671>; ⁴Centro Universitário Maria Milza - UNIMAM, Governador Mangabeira - Bahia, Brasil, 44350-000, karinedeoalmeida@hotmail.com; <https://orcid.org/0009-0005-4759-5456>

Resumo

Apesar da diversidade de antimicrobianos eficazes contra muitos patógenos, ainda é necessário desenvolver fármacos com maior eficácia, menor resistência e menos efeitos colaterais. Nesse contexto, as plantas medicinais são uma alternativa devido às diversas substâncias do seu metabolismo secundário, como os óleos essenciais. Diante disso, o objetivo foi avaliar o efeito antibacteriano do óleo essencial de *Mentha piperita* in vitro, sobre as bactérias *Staphylococcus aureus* e a *Escherichia coli*. Utilizou-se cepas comerciais dessas bactérias para testar o efeito antimicrobiano do óleo essencial de *M. piperita* em diferentes concentrações (1, 2, 4, 8, 16, 32 µl/mL). Foi realizado o antibiograma na técnica de difusão de disco em ágar, além dos testes de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e determinação da Concentração Bactericida Mínima (CBM). No antibiograma, as concentrações $\geq 16\mu\text{l/mL}$ apresentaram valores satisfatórios com halos maiores que 19 mm para *S. aureus* e acima de 16 mm para *E. coli*. Nos testes de CIM e CBM os resultados foram semelhantes e com resultados favoráveis a partir da concentração

de 8 µl/mL. É possível inferir que o óleo essencial de *M. piperita* apresentou inibição do crescimento bacteriano, podendo ser futuramente utilizado como uma alternativa terapêutica para o tratamento infecções provocadas por microrganismos sensíveis.

Palavras chave: plantas medicinais, atividade antimicrobiana, hortelã-pimenta.

Abstract

Despite the diversity of antimicrobials effective against many pathogens, it is still necessary to develop drugs with greater efficacy, less resistance, and fewer side effects. In this context, medicinal plants are an alternative due to the various substances from their secondary metabolism, such as essential oils. Therefore, the objective was to evaluate the antibacterial effect of *Mentha piperita* essential oil in vitro on the bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Commercial strains of these bacteria were used to test the antimicrobial effect of *M. piperita* essential oil at different concentrations (1, 2, 4, 8, 16, 32 µl/mL). The antibiogram was performed using the agar disk diffusion technique, as well as tests for Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and determination of Minimum Bactericidal Concentration (MBC). In the antibiogram, concentrations ≥ 16 µl/mL showed satisfactory values with halos greater than 19 mm for *S. aureus* and above 16 mm for *E. coli*. In the MIC and MBC tests, the results were similar and favorable starting from a concentration of 8 µl/mL. It can be inferred that *M. piperita* essential oil exhibited bacterial growth inhibition and could potentially be used as a therapeutic alternative for treating infections caused by sensitive microorganisms.

Keywords: medicinal plants, antimicrobial activity, peppermint.

1. Introdução

Algumas espécies bacterianas são responsáveis por processos tóxicos e infecciosos em seres humanos, causando graves problemas de saúde, destacando-se entre elas a *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

A espécie *Staphylococcus aureus* é uma bactéria que pertence à família Micrococcaceae, gram positiva, apresentando-se em forma esférica, medindo em torno de 0,5 µm a 1,0 µm de diâmetro, sendo também microrganismo anaeróbico facultativo, não esporulados e imóveis, com temperatura ótima para se desenvolver em torno de 30° a 37° (VIEIRA; AGOSTIN, 2011). Essa bactéria faz parte da Microbiota Anfibiônica, sendo encontrada na superfície da pele e nas mucosas de seres humanos. Mesmo com essa condição, algumas cepas podem provocar diversas infecções desde as mais simples até as mais graves, visto que ela possui uma grande capacidade de adaptação o que lhe conferi o desenvolvimento de vários mecanismos de

resistência a vários antibióticos (De Wit et al., 2017; Lima et al., 2018).

Já a *Escherichia Coli* é um microrganismo, pertencente à família *Enterobacteriaceae*, além de apresentar formato de bacilo, é gram-negativa, anaeróbia facultativa e fermentadora de açúcares. É encontrada normalmente na microbiota do intestino de aves e mamíferos. Possui representantes comensais e alguns tipos patogênicos, destacando-se como as causadoras mais comuns de infecções urinárias, além de provocarem diarreia (Trabulsi & Alterthum, 2008; Martins et al., 2010).

Microrganismos pertencentes à mesma espécie podem se diferenciar entre si por expressarem genes de virulência que evidenciam a colonização e expressão de inúmeros mecanismos que dificultam o combate do hospedeiro, provocando desta maneira, a doença. De acordo com o patotipo, com o sorogrupo e com a presença de genes de virulência as estirpes de *E.coli* podem causar desde quadros leves de diarreia até estágios septicêmicos graves (Vieira, 2009). As estirpes de *E. coli* que provocam doenças são divididas em seis grupos diferentes, estabelecidos de acordo a virulência e os mecanismos que podem provocar a doença (Ayala, 2009). São elas: *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E.coli* enteroemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroagregativa, *E. coli* enterotoxigenica (ETEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC) e *E. coli* que causa infecções extra-intestinais (ExPEC) (Trabulsi & Alterthum, 2008).

Os mecanismos de resistência dessas bactérias limitam as opções terapêuticas, exigindo um maior período de tratamento para as infecções (Prado et al., 2023). O desenvolvimento de resistência está muito ligado a mutação em um gene no cromossomo bacteriano, diminuição da permeabilidade da membrana bacteriana, alterações de receptores de antibacterianos e a expulsão desses antibacterianos do interior da célula (Ratti; Sousa, 2009; Arantes et al., 2013).

Apesar da grande diversidade de medicamentos antibacterianos que apresentam atuação sobre diversos microrganismos patogênicos ao homem, a medicina complementar vem buscando meios naturais para o tratamento de infecções causadas por bactérias. Com isso, é crescente o interesse pelo uso terapêutico de produtos naturais, especificamente aqueles derivados de plantas (de Oliveira, 2020). As plantas medicinais se destacam por conterem substâncias bioativas, que, por meio de interações moleculares com o organismo humano, exercem efeitos farmacológicos. (Silva et al., 2009). Esses vegetais são acometidos por

metabolismo dando origem a substâncias biologicamente ativas, nas quais se destacam os óleos essenciais, resinas, alcalóides, flavonóides, taninos, terpenos, fenilpropanóides, dentre outros (Martins et al., 2010).

Esses óleos essenciais podem apresentar atividade antibiótica contra várias bactérias, sejam elas, gram-positiva ou gram-negativa. Estas ações podem se estenderem contra leveduras, fungos filamentosos e com espécies de bactérias resistentes a antibióticos sintéticos (Bertini et al., 2005; Martins et al., 2010).

O potencial antimicrobiano de diferentes partes da *Mentha piperita* vem sendo estudado, os quais reportam a significativa atividade antibacteriana de extratos obtidos principalmente das folhas da planta frente às bactérias patogênicas, possivelmente devido à presença de metabólitos como os alcalóides, flavonóides, esteróides, taninos e fenóis (Silva & Mello, 2021).

Diante da atividade antibacteriana apresentada pelo óleo essencial da *Mentha piperita* (hortelã-pimenta) (Silva & Mello, 2021), este trabalho avaliou o efeito antibacteriano do óleo essencial deste vegetal em condições *in vitro* sobre cepas de *S. aureus* e *E. coli*, causadoras de infecções.

2. Material e Métodos

O óleo essencial de *M. piperita* (lote 07004) foi adquirido comercialmente junto a empresa Via Aroma especializada em produtos naturais, com detalhamento do método de extração (destilação a vapor) do produto.

Para a avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial de hortelã (*M. piperita*), foram utilizadas duas cepas bacterianas comerciais, padronizadas pela *American Type Culture Collection* (ATCC): *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Escherichia coli* (ATCC 25922), oriundas do acervo do Laboratório Múltiplo I da Faculdade Maria Milza.

As cepas inicialmente foram semeadas pela técnica de esgotamento em placa de Petri contendo meio Ágar Mueller Hinton (MHA). As placas semeadas foram em seguida incubadas a 37°C por um período de 24:00 horas. A partir das culturas, escolheu-se cinco colônias de morfologia semelhante que foram transferidas para 4 mL de solução salina (NaCl 0,9%) estéril, ajustando os inóculos por meio de comparação da turbidez da escala de McFarland a 0,5. A

suspensão resultante possuía aproximadamente uma concentração de $1,5 \times 10^8$ UFC/mL.

TESTES DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA

A atividade antibacteriana foi avaliada por meio da técnica de difusão de disco em ágar (Antibiograma) e diluição em caldo de acordo com metodologia padronizada pelo *National Committee for Clinical Laboratory Standards*– (NCCLS, 2003), com algumas modificações, descritas a seguir:

ANTIBIOGRAMA

Foram adicionadas 0,1mL de uma suspensão bacteriana na concentração de $1,5 \times 10^8$ células/mL, das bactérias nas placas de Petri contendo o meio MHA e espalhada por toda superfície do meio com o auxílio de uma alça de Drigalski. Após, 4 discos esterilizados de papel de filtro (6mm de diâmetro) foram mergulhados em 30 μ L de etanol das diferentes concentrações do óleo essencial de *M. piperita* (1, 2, 4, 8, 16 e 32 μ l/mL) e colocados equidistantes nas placas semeadas com cada bactéria. O material foi incubado a 35°C por 24:00 horas em estufa bacteriológica. No controle negativo, foram utilizados discos de papel filtro previamente embebecidos por ADE ((água destilada estéril)). No controle positivo foi utilizado para ambas bactérias disco comercial do antibiótico ciprofloxacino 5 μ g (CIP). A avaliação foi realizada após o período de incubação, através da medição dos halos de inibição por meio de uma régua milimetrada, observando ou não crescimento bacteriano.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias analisadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do “software SISVAR” (Ferreira, 2014).

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM) E DA CONCENTRAÇÃO BACTERICIDA MÍNIMA (CBM)

Na determinação da concentração inibitória mínima (CIM) foi utilizada uma microplaca de fundo arredondado, para cultura de célula estéril de 96 poços. Adicionou-se inicialmente 0,1 mL de caldo Ágar Mueller Hinton e depois 0,1 mL do óleo essencial nas suas diferentes concentrações, sendo cinco repetições para cada uma, com auxílio de uma micropipeta em todos os poços da placa com exceção dos poços das linhas de A a H das colunas 6 e 7.

Após, foram inoculados 20 µL da mesma suspensão bacteriana padronizada ($1,5 \times 10^8$ células/mL) em cada poço, com exceção apenas daqueles presentes na linha G que serviram como controle negativo (apenas o caldo e o inóculo bacteriano); como controle positivo para crescimento bacteriano usou o caldo acrescido do inóculo. Como controle positivo para crescimento bacteriano, utilizou-se o caldo acrescido do inóculo e de uma concentração conhecida de ciprofloxacino (padrão ouro), um antibiótico de amplo espectro. A avaliação foi realizada 24:00 horas após incubação a 37° C.

Para realizar a leitura da CIM utilizou-se como revelador do crescimento bacteriano a solução de Cloreto de 2, 3, 5 – trifenil-tetrazolium (CTT) a 0,5%. Considerando que trata-se de um composto solúvel, que confere mudança de coloração (vermelho) no meio que é inserido quando há metabolismo bacteriano ativo. Caso não haja atividade metabólica bacteriana o meio não adquire cor vermelha e permanece com sua coloração original (amarelada). Após o período de incubação, foram colocadas 20 µL da solução de CTT nos poços e armazenada em estufa bacteriológica a 37° C por um período de 2:00 horas. Após esse período, a placa foi analisada visualmente, determinando assim, as CIMs capazes de inibir o crescimento bacteriano.

Na avaliação bactericida do óleo essencial, foi retirado dos poços na microplaca onde não houve presença de metabolismo bacteriano visível, uma alíquota de 10 µL e semeada com o auxílio de uma alça de Drigalski em placas de petri contendo meio MHA. Após o semeio as placas foram incubadas à 35° por um período de 48h, sendo posteriormente realizada a leitura da CBMs. Foi definida a concentração bactericida mínima, como a menor concentração do óleo capaz de inibir completamente o crescimento bacteriano no meio MHA.

3. Resultados e Discussão

No presente estudo, a primeira etapa da avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial foi através da difusão de disco em ágar, conforme mostrado na figura 1 e 2 para as respectivas cepas bacterianas testadas neste trabalho. Percebe-se que ocorreu um potencial efeito bactericida em diferentes concentrações do óleo de *Mentha piperita*.

Na observação das figuras anteriores, os halos inibitórios são visíveis, mostrando a eficiência de algumas concentrações do óleo, onde foi capaz de promover o halo em volta do disco utilizado, permitindo posteriormente a medição de cada um deles.

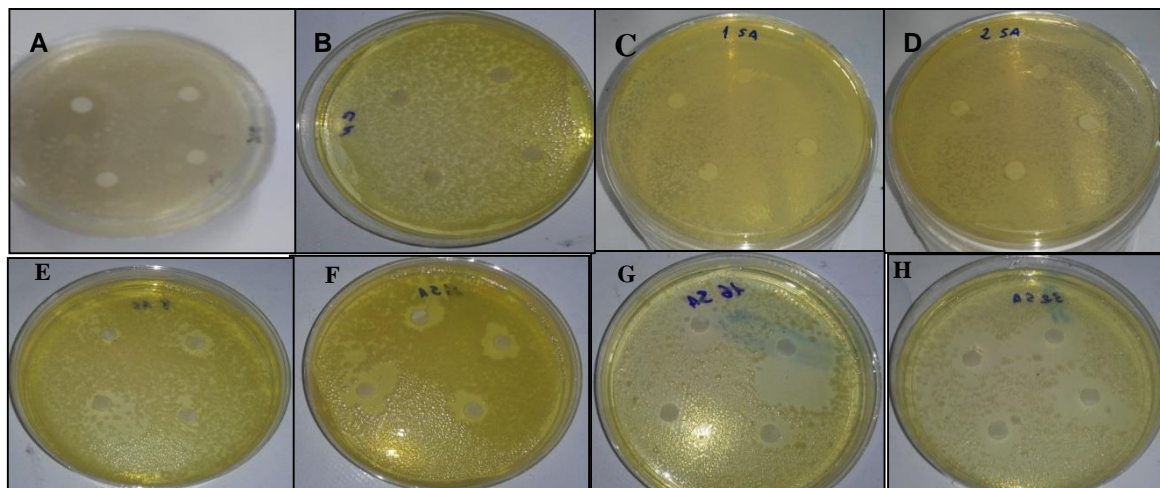


Figura 1: Placas semeadas com a cultura bacteriana de *S. aureus* (ATCC 25923) submetidas, à ação das concentrações de 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16; 32 µL/mL do óleo essencial de hortelã pimenta (*M. piperita*), além dos controles positivo e negativo. (A) Controle positivo. (B) Controle negativo. (C) Óleo de *M. piperita* na concentração 1,0 µl/mL. (D) Óleo de *M. piperita* na concentração 2,0 µl/mL; (E) Óleo de *M. piperita* na concentração 4,0; (F) Óleo de *M. piperita* na concentração 8 µl/mL; (G) Óleo de *M. piperita* na concentração 16 µl/mL; (H) Óleo de *M. piperita* na concentração 32 µl/mL

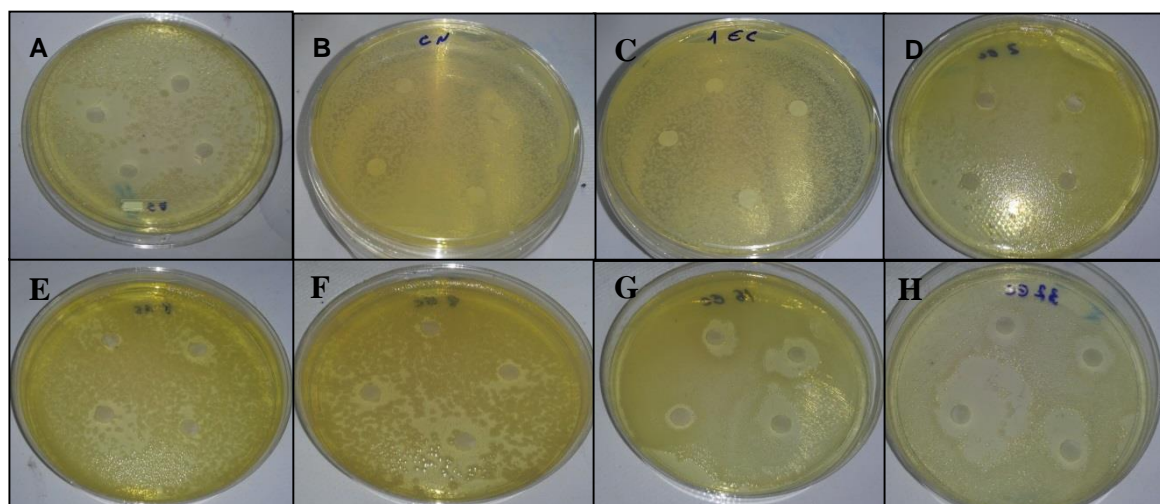


Figura 2: Placas semeadas com a cultura bacteriana de *E. coli* (ATCC 25922) submetidas, à ação das concentrações do óleo essencial de hortelã pimenta (*M. piperita*), além dos controles positivo e negativo. (A) Controle positivo. (B) Controle negativo. (C) Óleo de *M. piperita* na concentração 1,0 µl/mL. (D) Óleo de *M. piperita* na concentração 2,0 µl/mL; (E) Óleo de *M. piperita* na concentração 4,0; (F) Óleo de *M. piperita* na concentração 8 µl/mL; (G) Óleo de *M. piperita* na concentração 16 µl/mL; (H) Óleo de *M. piperita* na concentração 32 µl/mL

Os valores de do halo médio de inibição apresentados por cada concentração e controles se encontra na tabela 1.

Tabela 1 – Avaliação do diâmetro do halo de inibição (mm) do crescimento microbiano das cepas de *S. aureuse E.colinas* diferentes concentrações do óleo essencial de hortelã pimenta (*M. piperita*) e do antimicrobiano ciprofloxacino em condições *in vitro*.

Tratamentos	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
1 µl/MI	0,0 e	0,0 e
2 µl/mL	6,7 d	6,0 d
4 µl/mL	7,0 d	6,0 d
8 µl/mL	15,7 c	13,4 c
16 µl/mL	19,5 b	16,2 b
32 µl/mL	25,0 a	25,2 a
Controle Positivo	24,5 a	25,4 a
Controle negativo	0,0 e	0,0 e

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Observa-se que o controle positivo (CP) confirmou o grau de inibição de acordo com os parâmetros estabelecidos e correspondentes aos comportamentos das cepas utilizadas descritos no *National Committee for Clinical Laboratory Standards*– (NCCLS, 2003). Por sua vez, no controle negativo (CN) não houve nenhum tipo de inibição, tendo sido observado o crescimento bacteriano por toda placa. A inibição do crescimento bacteriano mostrou-se maior na concentração de 32 µl/mL tanto para *S. aureus* como para *E. coli*, com halos inibitórios bem próximos dos revelados pelo controle positivo, não apresentando diferenças significativas entre si.

Nos resultados descritos no antibiograma, percebeu-se que os valores inibitórios foram melhores na bactéria gram-positiva do que na gram-negativa. Este resultado possivelmente se

deve as diferenças encontradas na parede celular destas espécies, uma vez que a parede celular é uma camada de proteção da membrana plasmática e conseqüentemente das estruturas reprodutivas bacterianas. A diferença na estrutura da parede celular bacteriana, como a presença de lipopolissacarídeo nas bactérias gram-negativas e ausência nas gram-positivas, alterando o fluxo de substância que podem entrar na célula bacteriana (Silva et al., 2009).

Valeriano et al. (2012), relataram resultados satisfatórios de inibição do crescimento microbiano sobre *E. coli* em concentrações de 0,39 a 50 µl/mL com o uso do óleo essencial de *M. piperita*. Trajano et al., 2009, observaram efeito inibitório deste mesmo óleo sobre cepa de *S. aureus* com halo de 22 mm. Resultados semelhantes foram vistos em trabalho realizado por Lima et al. (2015), que verificou também halos acima de 20 mm em concentração a partir de 10 µl/mL frente para *S. aureus* e *E. coli*, mostrando ação antibacteriana deste óleo.

As concentrações abaixo de 4,0 µl/mL apresentaram halos inibitórios baixos ($\leq 7,0$ mm) para *S. aureus* de acordo com o parâmetro de sensibilidade utilizado, expressando pouca atividade antibacteriana em tais concentrações neste experimento, não apresentando, dessa forma, resultados satisfatórios. Já para a *E. coli* as concentrações $\leq 8,0$ µl/mL tiveram halos inibitórios também considerados insatisfatório neste estudo. No trabalho desenvolvido por Silva et al. (2009), em que foi analisada a atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas frente a linhagens de *S. aureus* e *E. coli* isoladas, inferiram que concentrações mais baixas do óleo essencial de hortelã pode não ter efeito inibitório satisfatório a ponto de não inibir o crescimento total do microrganismo.

Foi observado também, a sensibilidade intermediária nas concentrações testadas, com halo inibitório variando entre 15,7 e 19,5 mm para a *S. aureus* e halo de 16,8 mm para *E. coli*. Resultado semelhante foi verificado por Geromini et al. (2013), que ao testar o óleo dessa espécie sobre *S. aureus* e *E. coli*, observaram halo de inibição igual a 18,0 e 16,0 mm, respectivamente.

A segunda etapa foi realizada a detecção da atividade antibacteriana pela técnica da microdiluição para as amostras padrão testadas. A figura 3 mostra a placa após a adição de CTT nos poços com as respectivas culturas bacterianas, revelando que as concentrações onde não houve mudança de coloração indicou que não houve metabolismo bacteriano.

Observando a figura 3, podemos ver que há uma mudança de coloração visível em alguns poços permitindo avaliar se houve ou não crescimento bacteriano. Além disso, é possível ver que em alguns poços as cores vermelhas estão mais intensas do que em outros a proporção que a concentração do óleo essencial aumenta, exceto naqueles (8, 16 e 32 $\mu\text{L/mL}$) em que não foi observado mudança de coloração.

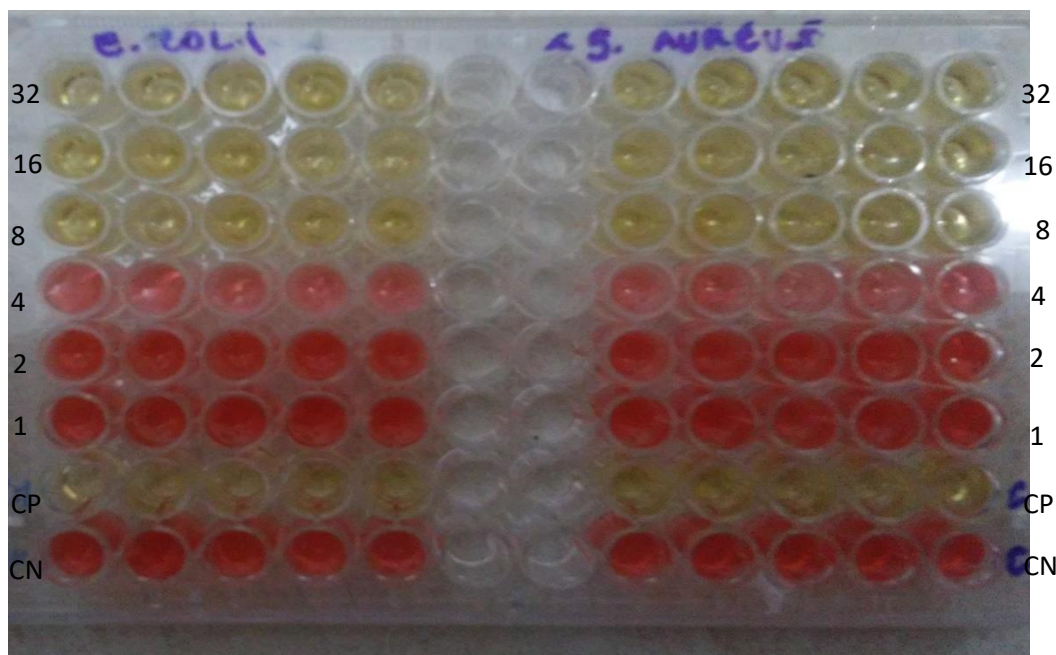


Figura 3: Placa de 96 poços utilizada no experimento de microdiluição após adição de CTT para determinação da concentração inibitória mínima do óleo essencial de *Mentha piperita* sobre as cepas *E. coli* (ATCC 25922) e *S. aureus* (ATCC 25923).

A utilização desse método pode ser observado em outros trabalhos, como o de Araújo (2017), em sua pesquisa sobre atividade antimicrobiana de óleo essencial e extratos orgânicos provenientes da *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira-do-sertão), observou os valores de CIM utilizando CTT a 5%, fazendo comparação entre o potencial antimicrobiano do óleo essencial e do extrato deste vegetal; Araujo e Longo (2016), também utilizaram a reação de cor para determinar a CIM, usando resazurina sódica 0,01 %, o qual apresentou após 1 hora, poços com cor azul (inatividade bacteriana) e cor vermelha (metabolismo bacteriano).

A concentração inibitória mínima (CIM) do óleo essencial de hortelã pimenta (*M. piperita*) frente às cepas de *S. aureus* e *E. coli*, foram definidas como as menores concentrações que

apresentaram inibição bacteriana nos poços. A tabela 2 mostra os resultados do experimento após a adição de CTT. A Concentração Bactericida Mínima (CBM) foi definida como a concentração, dentre as da CIM do óleo, capaz de causar a inibição total do microrganismo após semente em MHA.

Observou-se, que a partir da concentração de 8 µl/mL, foram as responsáveis por apresentar a ausência de crescimento microbiano visível em ambas bactérias. Isto provavelmente foi possível através de maior quantidade de substância ativa do óleo essencial de *Mentha piperita*, o qual provocou danos à célula bacteriana inviabilizando o crescimento dos microorganismos.

É possível observar que, tanto para *S. aureus* quanto para *E. coli*, o óleo de hortelã apresentou uma CIM de 8,0 µl/mL. Os dados também mostram que os controles validaram o ensaio. No CP a inibição total do crescimento bacteriano em todos os poços demonstrando presença da eficácia do ciprofloxacino. Já o CN mostra a presença de metabolismo das cepas e que o efeito antibacteriano decorreu apenas na presença do óleo a partir da concentração de 8,0 µl/mL ou com padrão do antibiótico.

Tabela 2 - Resultados do teste da atividade antibacteriana do óleo essencial de hortelã-pimenta nas diferentes concentrações e do antimicrobiano ciprofloxacino *in vitro* sobre cepas padrão de *S. aureus* (ATCC 25923) e *E. coli*(ATCC 25922).

Tratamento	<i>S. aureus</i>					<i>E. coli</i>				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Controle -	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
Controle +	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1 µl/mL	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
2 µl/mL	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
4 µl/mL	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
8 µl/mL	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
16 µl/mL	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
32 µl/mL	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

“A”: amarelo – não há atividade microbiana; “V”: vermelho – há atividade microbiana.

Tyagi & Malika (2011) obtiveram resultados semelhantes de CIM para bactérias gram-

positivas e gram-negativas como o que foi visto nesse trabalho. Yadegarinia et al. (2006) constataram em estudo que o mesmo óleo apresentou propriedade antimicrobiana mesmo em concentrações baixas e presença de outros compostos como o α -terpeno, iso-mentona e trans-carveol.

Os valores de CBM foram iguais aos revelados na CIM, mostrando que não houve diferenças entre na concentração necessária para a destruição direta da bactéria, bem como na interferência do metabolismo bacteriano. Outros trabalhos realizados revelaram, assim como nesta pesquisa, que o óleo de *Mentha piperita* em concentrações baixas apresenta efeito bactericida. Souza et al. (2016), em pesquisa sobre a composição química e concentração mínima bactericida de dezesseis óleos essenciais sobre *Escherichia coli* enterotoxigênica, destacou que este óleo apresentou tal efeito na concentração de 2%. Belusso (2014), verificou que o óleo essencial de *Mentha piperita*, apresentou valores iguais para CIM e CBM (5 mg.mL^{-1}), frente a cepa de *E.coli*, mostrando sua ação bacteriostática e bactericida para os microrganismos.

A literatura fornece trabalhos que comprovam atividade satisfatória de óleos essenciais oriundos de outras espécies vegetais em relação às cepas que aqui foram testadas, apresentando os seguintes valores de CIMs: *Lippia Alba* com CIM de $6,25 \text{ }\mu\text{g/mL}$ para *E. coli* e $3,12 \text{ }\mu\text{g/mL}$ para *S. aureus*. Esses mesmos valores foram encontrados para a CBM (Aquino et al., 2010); *Cinnamomum camphora* com CIM igual $1,75 \text{ mg.mL}^{-1}$ para ambas as bactérias; *C. zeylanicum* com CIM e CBM de 10 e $20 \text{ }\mu\text{l/mL}$, respectivamente para ambas as bactérias (LIMA et al., 2015).

Os resultados encontrados, inclusive neste trabalho, revelam o potencial antibacteriano de óleos essenciais como alternativa para o desenvolvimento de medicamentos com menor toxicidade e efeitos adversos, corroborando estudos anteriores (Campos et al., 2016).

4. CONCLUSÃO

Considerando os resultados obtidos nos testes in vitro deste trabalho, observou-se atividade antibacteriana significativa contra a *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, porém

com valores inibitórios diferentes, sugerindo que o óleo essencial em estudo pode ser utilizado como uma alternativa no combate as infecções causadas por estas bactérias.

Contudo, é importante salientar que o uso desse óleo como fitoterápico necessita de estudos adicionais que venham a excluir possíveis efeitos colaterais e verificar a concentração ideal da substância para, desta forma, o mesmo ser empregado como antibacteriano natural.

REFERÊNCIAS

Aquino, L. C. L. D., Santos, G. G., Trindade, R. D. C., Alves, J. A. B., Santos, P. O., Alves, P. B., ... & Carvalho, L. M. D. (2010). Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de erva-cidreira e manjeriço frente a bactérias de carnes bovinas. *Alimentos e Nutrição*, v. 21, n. 4, p. 529-535.

Arantes, T., Paixão, G. O. D., Silva, M. D., & Castro, C. S. A. (2013). Avaliação da colonização e perfil de resistência de *Staphylococcus aureus* em amostras de secreção nasal de profissionais de enfermagem. *Rev Bras Farm*, v. 94, n. 1, p. 30-34, 2013.

Araújo, Í. D. R. de. *Atividade microbiana e citotóxica de óleo essencial e extratos orgânicos provenientes da Myracrodruon urundeuva (Aroeira-do-sertão)*. Dissertação (Mestrado em Biologia Parasitária) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 127f. 2017.

Araujo, M. M. D., & Longo, P. L. (2016). Teste da ação antibacteriana in vitro de óleo essencial comercial de *Origanum vulgare* (orégano) diante das cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.83, p. 01-07. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000702014>.

Ayala, C. O. *Sorologia de antígenos flagelares de amostras de Escherichia coli Enteropatogênicas (EPEC) e E. coli produtoras da Toxina de Shiga (STEC) isoladas de diferentes animais e análise comparativa do gene fliC por PCR-RFLP*. 2009. 62p. Tese (doutorado) – Instituto de Ciências Biomédicas – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009

Belusso, L. C. S. (2014). *Atividade antimicrobiana de óleos essenciais e associações com conservantes de alimentos*. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Bertini, L. M., Pereira, A. F., Oliveira, C. D., Menezes, E. A., Morais, S. D., Cunha, F. A., & Cavalcanti, E. S. B. (2005). Perfil de sensibilidade de bactérias frente a óleos essenciais de algumas plantas do nordeste do Brasil. *Infarma*, v. 17, nº 3/4, p. 80-83.

Campos, S. C., Silva, C. G., Campana, P. R. V., & Almeida, V. L. (2016). Toxicidade de espécies vegetais. *Revista Brasileira de plantas medicinais*, v.18, n.1 supl., p. 373-382.

Cansian, R. L., Mossi, A. J., Oliveira, D. D., Toniazzo, G., Treichel, H., Paroul, N., ... & Serafini,

L. A. (2010). Atividade antimicrobiana e antioxidante do óleo essencial de ho-sho (Cinnamomum camphora Ness e Eberm Var. Linaloolifera fujita). *Food Science and Technology*, 30, 378-384.

de Oliveira, M. C. B., Cruz, C. K. S., de Moura Rocha, G. M., Brito, M. G. A., & de Oliveira, G. A. L. (2020). Toxicidade e atividade antibacteriana de plantas medicinais utilizadas no tratamento de doenças respiratórias: Revisão integrativa. *Research, Society and Development*, v.9, n.9, e244997169-e244997169.

DE WIT, J. et al. The prevalence of antibody responses against Staphylococcus aureus antigens in patients with atopic dermatitis: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Dermatology*, v. 178, n. 6, p. 1263-1271, 2018.

Ferreira, A. R. A. (2014). *Uso de óleos essenciais como agentes terapêuticos*. Dissertações de Mestrado, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 87 p. 2014. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4513/1/PPG_21290.pdf.

Geromini, K. V. N., Roratto, F. B., Ferreira, F. G., Polido, P. P., Souza, S. G. H. D., Valle, J. S. D., ... & Linde, G. A. (2012). Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas medicinais. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 15, n. 2, p. 127-131.

Lima, M. F. P., Borges, M. A., Parente, R. S., Júnior, R. C. V., & de oliveira, M. E. (2015). Staphylococcus aureus e as infecções hospitalares–Revisão de Literatura. *Uningá Review*, v.21, n.1. p.32-39.

Martins, A. G. L. D. A., Nascimento, A. R., Mouchrek Filho, J. E., Mendes Filho, N. E., Souza, A. G., Aragão, N. E., & Silva, D. S. V. D. (2010). Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de Escherichia coli enteropatogênica isolados de alfaces. *Ciência Rural*, 40, 1791-1796.

NCCLS -National Committee for Clinical Laboratory Standards (United States). *Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests*. National Committee for Clinical Laboratory Standards. 2003

Prado, G. S. B. do, da Costa, C. F., Carneiro, E. N. A., Silva, A. J. A., Siqueira, T. S., Caetano, L. P. C., ... & de Oliveira Vago, L. (2023). Mecanismos de resistência a antibióticos em bactérias gram-negativas: novas abordagens terapêuticas. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 7, p. 1920-1930.

Ratti, R. P., & Sousa, C. P. (2009). Staphylococcus aureus metilina resistente (MRSA) e infecções nosocomiais. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 30, n. 2, p. 137-143.

Silva, K. B. da, & Mello, P. L. (2021). Atividade antibacteriana dos óleos essenciais de hortelã pimenta (Mentha piperita), hortelã japonesa (Mentha arvensis) e manjeriço (Ocimum basilicum) frente a cepas atcc de Salmonella entérica e Staphylococcus aureus. *Revista Saúde-UNG-Ser*, v.15, n.3/4, p.17-22.

- Silva, M. T. N., Ushimaru, P. I., Barbosa, L. N., Cunha, M. L. R. S., & Fernandes Junior, A. (2009). Atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas frente a linhagens de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* isoladas de casos clínicos humanos. *Revista brasileira de plantas medicinais*, v. 11, n. 13, p. 257-262.
- Souza, A. A., Dias, N. A. A., Piccoli, R. H., & Bertolucci, S. K. V. (2016). Composição química e concentração mínima bactericida de dezesseis óleos essenciais sobre *Escherichia coli* enterotoxigênica. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.18, n.1, p. 105-112.
- Sujana, P., Sridhar, T. M., Josthna, P., & Naidu, C. V. (2013). Antibacterial activity and phytochemical analysis of *Mentha piperita* L.(Peppermint)—An important multipurpose medicinal plant. *American Journal of Plant Sciences*. v. 4, n. 01, p. 77-83, 2013.
- Trabulsi, L. R., & Alterthum, F. (2008). *Microbiologia*, São Paulo: Atheneu, 2008. 760p.
- Trajano, V. N., Lima, E. D. O., Souza, E. L. D., & Travassos, A. E. R. (2009). Propriedade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias sobre bactérias contaminantes de alimentos. *Food Science and Technology*, v. 29, n. 3, p. 542-545, 2009.
- Tyagi, A. K., & Malik, A. (2011). Antimicrobial potential and chemical composition of *Mentha piperita* oil in liquid and vapour phase against food spoiling microorganisms. *Food control*, v.22, n.11, p.1707–1714.
- Valeriano, C., Piccoli, R. H., Cardoso, M. G., & Alves, E. (2012). Atividade antimicrobiana de óleos essenciais em bactérias patogênicas de origem alimentar. *Revista brasileira de plantas medicinais*, v.14, n.1, p.57-67, 2012.
- Vieira, F., & AgostinI, J. (2011). Prevalence and profile of *Staphylococcus aureus* infections caused by isolated in a public Hospital of Dourados-MS. In *International congress of pharmaceutical sciences* (Vol. 8).
- Vieira, M. A. M. (2009). Ilhas de patogenicidade. *O mundo da saúde*, v.33, n.4, p.406-414.
- Yadegarinia, D., Gachkar, L., Rezaei, M. B., Taghizadeh, M., Astaneh, S. A., & Rasooli, I. (2006). Biochemical activities of Iranian *Mentha piperita* L. and *Myrtus communis* L. essential oils. *Phytochemistry*, v.67, n. 12, p.1249–1255.