

## Avaliação da atividade antimicrobiana e antiaderente do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* contra cepa de *Staphylococcus saprophyticus*

Lorena Thays Rodrigues Sampaio<sup>1</sup>, Ayra Raissa da Silva Santos<sup>1</sup>, Aleson Pereira de Sousa<sup>2</sup>, Heloísa Mara Batista Fernandes<sup>3</sup>, Abrahão Alves de Oliveira Filho<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Unidade Acadêmica de Ciências, Centro de Saúde e tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica de Medicamentos, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil.

\*Autor correspondente: [abraham.alves@professor.ufcg.edu.br](mailto:abraham.alves@professor.ufcg.edu.br)

Recebido: 6 de agosto de 2022

Revisado: 8 de março de 2023

Aceto: 12 de março de 2023

### RESUMO

**Introdução:** atualmente, tem aumentado a conscientização sobre as infecções nosocomiais e a espécie *Staphylococcus saprophyticus* vem demonstrando uma problemática em ensaios clínicos por estar associada a essas infecções. Na área odontológica, os produtos naturais vêm sendo bastante estudados devido à busca por produtos com maior atividade farmacológica. Nesse sentido, a *Melaleuca alternifolia*, planta nativa da Austrália, se apresenta como de grande importância medicinal por sua comprovada ação bactericida e antifúngica contra vários patógenos humanos. Seu óleo essencial tem ação inibitória frente à propagação de bactérias, incluindo aquelas resistentes a antibióticos e presentes em infecções hospitalares. **Objetivo:** avaliar a atividade antimicrobiana e antiaderente do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* contra a cepa clínica de *Staphylococcus saprophyticus*. **Metodologia:** os ensaios foram realizados utilizando as técnicas de microdiluição em caldo em placas de 96 poços para determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) e técnica de tubos inclinados para determinação da Concentração Inibitória Mínima de Aderência (CIMA) ao vidro,

na presença de 5% de sacarose. **Resultados:** observou-se que o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* possui uma forte atividade antibacteriana, classificado pela CIM contra a cepa de *Staphylococcus saprophyticus*. A CBM de 512 demonstrou que este óleo atua como bactericida e bacteriostático para a mesma cepa. Quanto à CIMA, foi observado um valor de 1:4, sendo igual ao Digluconato de Clorexidina 0,12%. **Conclusão:** o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* possui forte atividade bacteriana, comportando-se como bactericida e bacteriostático contra a cepa clínica de *Staphylococcus saprophyticus*.

**Palavras-chave:** Antibacteriano, fitoterapia, odontologia.

## SUMMARY

### Evaluation of the antimicrobial and non-adherent activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* against a strain of *Staphylococcus saprophyticus*

**Introduction:** Currently, awareness of nosocomial infections has increased and the species *Staphylococcus saprophyticus* has been showing a problem in clinical trials because it is associated with these infections. In dentistry, natural products have been extensively studied due to the search for products with greater pharmacological activity. In this sense, *Melaleuca alternifolia*, a plant native to Australia, presents itself as of great medicinal importance for its proven bactericidal and antifungal action against several human pathogens. Its essential oil has an inhibitory action against the spread of bacteria, including those resistant to antibiotics and present in hospital infections. **Aim:** To evaluate the antimicrobial and non-adherent activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* against the clinical strain of *Staphylococcus saprophyticus*. **Methodology:** Assays were performed using broth microdilution techniques in 96-well plates to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) and inclined tube technique to determine the Minimum Adhesion Inhibitory Concentration (MIC) to glass, in the presence of 5% sucrose. **Results:** It was observed that the essential oil of *Melaleuca alternifolia* has a strong antibacterial activity, classified by the CIM against the strain of *Staphylococcus saprophyticus*. The CBM of 512 demonstrated that this oil acts as a bactericide and bacteriostatic for the same strain. As for CIMA, a value of 1:4 was observed, being equal to 0.12% Chlorhexidine Digluconate. **Results:** The

essential oil of *Melaleuca alternifolia* has strong bacterial activity, behaving as bactericidal and bacteriostatic against the clinical strain of *Staphylococcus saprophyticus*.

**Keywords:** Antibacterial, Phytotherapy, Dentistry.

## RESUMEN

### Evaluación de la actividad antimicrobiana y no adherente del aceite esencial de *Melaleuca alternifolia* frente a una cepa de *Staphylococcus saprophyticus*

**Introducción:** actualmente, ha aumentado la conciencia sobre las infecciones nosocomiales y la especie *Staphylococcus saprophyticus* ha mostrado un problema en los ensayos clínicos porque está asociada con estas infecciones. En odontología los productos naturales han sido ampliamente estudiados debido a la búsqueda de productos con mayor actividad farmacológica. En este sentido, *Melaleuca alternifolia*, planta originaria de Australia, se presenta como de gran importancia medicinal por su probada acción bactericida y antifúngica frente a diversos patógenos humanos. Su aceite esencial tiene una acción inhibitoria contra la propagación de bacterias, incluidas aquellas resistentes a los antibióticos y presentes en las infecciones hospitalarias. **Objetivo:** evaluar la actividad antimicrobiana y no adherente del aceite esencial de *Melaleuca alternifolia* frente a la cepa clínica de *Staphylococcus saprophyticus*. **Metodología:** los ensayos se realizaron utilizando técnicas de microdilución en caldo en placas de 96 pocillos para determinar la Concentración Mínima Inhibidora (MIC) y la Concentración Mínima Bactericida (MBC) y técnica de tubo inclinado para determinar la Concentración Mínima Inhibidora de Adhesión (MIC) al vidrio, en presencia de 5 % sacarosa. **Resultados:** se observó que el aceite esencial de *Melaleuca alternifolia* tiene una fuerte actividad antibacteriana, clasificada por el CIM frente a la cepa de *Staphylococcus saprophyticus*. El CBM de 512 demostró que este aceite actúa como bactericida y bacteriostático para la misma cepa. En cuanto a CIMA, se observó un valor de 1:4, siendo igual a 0,12% de Digluconato de Clorhexidina. **Conclusión:** el aceite esencial de *Melaleuca alternifolia* posee una fuerte actividad bacteriana, comportándose como bactericida y bacteriostático frente a la cepa clínica de *Staphylococcus saprophyticus*.

**Palabras-clave:** Antibacteriano, fitoterapia, odontología.

## INTRODUÇÃO

Dentro da cavidade oral são encontrados diversos microrganismos como bactérias, arqueas, fungos e protozoários, de modo que cada um exerce um papel específico e interagem entre si e com o hospedeiro, tanto na saúde como na doença [1]. A placa bacteriana, também chamada de biofilme é uma comunidade cooperativa, bem organizada, de bactérias aderidas a uma superfície úmida e aglomerada por matriz de polissacarídeos [2].

Os gêneros de bactérias de maior prevalência na boca são *Streptococcus*, *Actinomyces*, *Veillonella*, *Fusobacterium*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Treponema*, *Neisseria*, *Haemophilis*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, dentre outros. Quando há alteração na variedade, ou na proporção populacional dessa microbiota, ocorre uma disbiose, o que favorece a ocorrência de doenças [3]. Dentre as espécies do gênero *Staphylococcus*, a *Staphylococcus aureus* é bastante enfatizada por estar relacionada a infecções purulentas e suas disseminações aos espaços faciais. Entretanto, a espécie *Staphylococcus saprophyticus* vem demonstrando uma problemática em ensaios clínicos por estar associada a infecções hospitalares, com potencial risco em dispositivos invasivos e em grupos com baixa imunidade [4].

Atualmente, tem aumentado a conscientização sobre as infecções nosocomiais, o que tem voltado a atenção para os problemas dos sistemas de controle de infecção hospitalar, sendo cada vez mais importante a avaliação de indicadores de qualidade clínica. As doenças infecciosas que apresentam risco de infecção cruzada no consultório odontológico incluem hepatite C, tuberculose, herpes, infecções orais e do trato respiratório superior. Há necessidade de reforçar a conscientização dos profissionais de odontologia sobre o controle dessas infecções e o risco de contaminação no consultório é elevado. Além disso, pesquisas sobre contaminação bacteriana interna e investigação de bactérias causadoras de doenças infecciosas nos atendimentos odontológicos são escassas [5].

O ambiente e os equipamentos odontológicos se tornam contaminados em decorrência da possibilidade de exposição a secreções e/ou sangue. Dessa forma, o uso de equipamentos de proteção individual por parte dos profissionais de saúde é uma conduta eficiente para prevenção da contaminação, no entanto, a esterilização de instrumentais e a desinfecção de superfícies é imprescindível, uma vez que grande parte dos microrganismos presentes nos consultórios odontológicos vem do meio externo [6].

Genz *et al.* [6] realizou um estudo sobre a contaminação das superfícies de consultório odontológico nas instalações do curso de odontologia de uma universidade em Santa Cruz do Sul, Vale do Rio Pardo, RS, o qual identificou a contaminação majoritaria-

mente por estafilococos coagulase-negativos (80%). O *Staphylococcus saprophyticus* é um dos membros desse grupo, que é comumente responsável por 5% a 10% das infecções do trato urinário, sendo a segunda causa mais frequente dessas infecções, especialmente em mulheres sexualmente ativas [7].

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente 80% da população mundial utilizam a medicina alternativa, destacando-se os medicamentos fitoterápicos, para suprir a ausência de atendimento médico primário, principalmente em países da África [8]. Na área odontológica, pesquisas com produtos naturais têm aumentado nos últimos anos devido à busca por produtos com maior atividade farmacológica [9]. Além disso, tem se observado a evolução da resistência bacteriana, o que está gerando um grave problema de saúde pública decorrente do uso indiscriminado de antibióticos, o que torna importante gerar estratégias que contribuam para diminuí-la [10].

Os óleos essenciais são líquidos oleosos aromáticos retirados de extratos vegetais, cuja atividade antimicrobiana é devida a vários terpenoides e compostos fenólicos pequenos [11]. Esses compostos são produtos do metabolismo secundário das plantas. Vários óleos essenciais possuem diferentes propriedades biológicas, como atividades anti-inflamatórias, sedativas, digestivas, antimicrobianas, antivirais ou antioxidantes, sendo amplamente utilizados para fins inseticidas, medicinais e cosméticos [12].

A *Melaleuca alternifolia*, planta nativa da Austrália, popularmente conhecida como árvore do chá, tem como principal produto o óleo essencial (TTO – tea tree oil), sendo de grande importância medicinal, pois possui comprovada ação bactericida e antifúngica contra vários patógenos humanos [8]. Jesus, Ellensohn & Barin [13] relataram que o óleo de *Melaleuca* tem dentre muitas aplicações a de desinfecção de ambientes, destacando que o que o torna um excelente antisséptico é a dificuldade que os microrganismos encontram de modificar seu sistema enzimático para criar resistência a ele, devido a sua composição química complexa.

O óleo essencial de *Melaleuca* tem ação inibitória frente à propagação de bactérias, inclusive as que são resistentes a antibióticos, como a *Pseudomonas aeruginosa*, presente em infecções hospitalares. Ademais, também é eficaz contra bactérias isoladas encontradas na superfície da pele, como os estafilococos [14].

Desse modo, o objetivo do presente trabalho é avaliar a atividade antimicrobiana e antiaderente do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* contra a cepa clínica de *Staphylococcus saprophyticus*.

## METODOLOGIA

### Material vegetal

O óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* foi obtido através de via comercial da marca Via Aroma *Tea Tree*, frasco em vidro âmbar contendo 10 mL de óleo essencial 100% puro sem diluições. Na padronização dos testes antibacterianos foi realizado a diluição do óleo para alcançar os valores de concentração ideais à realização dos testes conforme metodologia.

### Microrganismo

Foi utilizada a cepa de bactéria clínica *Staphylococcus saprophyticus* SA45, que foi mantida em Agar Muller-Hinton (MH) a 4 °C. Os inóculos foram obtidos a partir de culturas *overnight* em MH a 37°C e diluídas em salina estéril para obter concentração final de aproximadamente  $1,5 \times 10^8$  unidades formadoras de colônias por mL (UFC/mL), ajustado pela turvação comparando-se com o tubo 0,5 da escala McFarland [15].

### Meios de Cultura

Os meios de cultura utilizados nos ensaios para avaliação da atividade antimicrobiana foram o meio líquido Muller Hinton e o meio sólido ágar Muller Hinton, O meio de cultura foi adquirido na Difco® e preparado de acordo com as instruções do fabricante.

### Determinação da CIM (Concentração Inibitória Mínima)

A CIM foi determinada utilizando a técnica de microdiluição em placa de 96 poços com fundo em “U”. Em uma placa de 96 cavidades, foi adicionado 100 µL caldo Muller Hinton, duplamente concentrado, e 100 µL do óleo essencial de melaleuca, nas concentrações de 1024 a 16 µg/mL. A determinação da CIM foi conduzida com 10 µL do microrganismo em cada cavidade, aproximadamente  $1,5 \times 10^8$  UFC/mL. O penúltimo contendo 200 µL do caldo foi inoculado com a suspensão de microrganismo, sendo o controle do crescimento, e o último poço recebeu apenas 200 µL do caldo, sendo o controle negativo. O ensaio foi realizado em duplicata. As placas foram incubadas a 35 °C durante 24 horas. Após o tempo de incubação adequado dos ensaios com as bactérias, foi realizada a primeira leitura dos resultados. Em seguida, foram adicionados 20 µL de solução de resazurina sódica (SIGMA), em água destilada esterilizada na concentração de 0,01 % (p/v), reconhecido como indicador colorimétrico de óxido-redução para bactérias. A leitura se procedeu, visualmente, pela ausência ou presença de crescimento do microrganismo pela formação de aglomerado de células (botão). E também pela observação da mudança da coloração da solução, de azul para rosa, indicando crescimento do mesmo. Foi feita uma nova incubação a 37 °C. A CIM foi determinada como

a menor concentração do óleo essencial que inibiu o crescimento visível do microrganismo e também pela observação da mudança da coloração da solução, de azul para rosa, indicando crescimento do microrganismo [16].

#### Determinação da CBM (Concentração Bactericida Mínima)

Após a leitura dos resultados, foram feitos inóculos (10  $\mu\text{L}$ ) de três diluições a partir da CIM para o meio de caldo Mueller-Hinton (100  $\mu\text{L}$ /cavidade) em placa de microdiluição esterilizada para a determinação da CBM. Após a incubação a 37 °C por 24 horas foi adicionado 20  $\mu\text{L}$  de resazurina. Os ensaios foram incubados a temperatura de 37 °C por mais 24 horas para confirmação da concentração capaz de inibir o crescimento total das espécies bacterianas, verificado por uma não mudança da coloração do corante indicador [17].

#### Determinação da CIMA

A Concentração Inibitória Mínima de Aderência (CIMA) do óleo essencial de melaleuca foi determinada na presença de sacarose a 5%, de acordo com Albuquerque *et al.* [18] com modificações, usando-se concentrações correspondentes ao composto até a diluição 1:1024. A partir do crescimento bacteriano, a cepa de *Staphylococcus saprophyticus* foi cultivada a 37 °C em caldo Mueller Hinton (DIFCO, Michigan, Estados Unidos), depois foram distribuídos 0,9 mL do subcultivo em tubos de ensaio e, em seguida, adicionado 0,1 mL da solução correspondente às diluições do óleo essencial. A incubação foi feita a 37 °C por 24 horas com tubos inclinados a 30°. A leitura foi realizada através da observação visual da aderência da bactéria às paredes do tubo, após a agitação do mesmo. O ensaio foi realizado em duplicata. O mesmo procedimento foi realizado para o controle positivo, o digluconato de clorexidina a 0,12% (Periogard®, Colgate-Palmolive Company, Nova York, EUA). Foi considerada a CIMA a menor concentração do agente em contato com sacarose que impediu a aderência ao tubo de vidro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados acerca da atividade antibacteriana do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* contra as cepas *Staphylococcus saprophyticus* encontram-se descritos nas tabelas 1 e 2. Analisando esse resultado, observa-se que o óleo essencial foi capaz de inibir o crescimento da cepa SA45, com valor de CIM de 512  $\mu\text{g}/\text{mL}$  e valor e CBM também de 512  $\mu\text{g}/\text{mL}$ .

**Tabela 1.** Concentração inibitória mínima (CIM) em  $\mu\text{g/mL}$  do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*

<i>Melaleuca alternifolia</i> ( $\mu\text{g/mL}$ )	<i>S. saprophyticus</i> SA45
1024	-
512	-
256	+
128	+
64	+
32	+

(-): Não houve crescimento bacteriano (+): Crescimento bacteriano

**Tabela 2.** Concentração Bactericida Mínima (CBM) em  $\mu\text{g/mL}$  do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*

<i>Melaleuca alternifolia</i> ( $\mu\text{g/mL}$ )	<i>S. saprophyticus</i> SA45
1024	-
512	-
256	+
128	+
64	+
32	+

(-): Não houve crescimento bacteriano (+): Crescimento bacteriano

A atividade antimicrobiana considerada forte para óleos essenciais apresenta valor da CIM de até 500  $\mu\text{g/mL}$ , moderada para valores da CIM de 600 a 1500  $\mu\text{g/mL}$  e fraca para CIM acima de 1500  $\mu\text{g/mL}$  [19]. Sendo assim, os resultados desse estudo mostram que a atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* apresentou uma forte inibição contra a cepa testada, apresentando uma CIM de 512  $\mu\text{g/mL}$ .

Para ser considerado bactericida ou bacteriostático, o composto deve possuir CBM, respectivamente, igual ou duas vezes maior que a CIM ou a CBM ser maior que duas vezes a CIM [20]. De acordo com os resultados obtidos, a *Melaleuca alternifolia* apresenta um potencial bactericida frente à cepa de *S. saprophyticus*, sendo encontrada uma CBM de 512 µg/mL.

O trabalho de Silva e Mejia [14] se propôs a realizar uma revisão sobre a busca crescente por compostos antissépticos naturais devido às constantes adaptações dos microrganismos aos produtos comumente empregados no seu combate, tanto na superfície da pele como em ambientes contaminados. Desse modo, foram expostos estudos que comprovaram o potencial antimicrobiano do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*, contra diversos microrganismos patógenos humanos, apontando que este óleo é um potente agente antisséptico, frente aos resultados positivos em inibir parcial ou totalmente microrganismos gram-positivos como *Pseudomonas aeruginosa* e os estafilococos, incluindo *S. Saprophyticus*, espécie analisada no presente estudo.

Ao analisar os resultados apresentados no estudo de Prestes *et al.* [21], o qual avaliou a utilização do óleo essencial de *Melaleuca* como coadjuvante no tratamento endodôntico, empregando-o em associação ao hidróxido de cálcio, se percebeu que o óleo essencial apresentou inibição satisfatória frente à *Cândida albicans* e também ao *Enterococcus faecalis*, principais microrganismos envolvidos em infecções secundárias do sistema de canais radiculares e lesões perirradiculares.

O trabalho de Gioppo *et al.* [22] analisou o potencial antibacteriano do óleo essencial de *Melaleuca* frente a isolados multirresistentes causadores de infecções hospitalares, sendo eles as bactérias *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae*. Como resultado, as emulsões do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* inibiram o crescimento dessas bactérias, sendo que a cepa hospitalar de *Escherichia coli* produtora de ESBL mostrou-se a cepa mais sensível, o que permite descrever o potencial antibacteriano do óleo. Dessa forma, percebe-se que todos esses trabalhos corroboram com o presente estudo comprovando o potencial antibacteriano do óleo essencial de *Melaleuca*.

A atividade antiaderente é observada nos valores da tabela 3, em que tanto o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*, quanto o Digluconato de clorexidina obtiveram um valor de CIMA igual a 1:4.

Considerada como padrão-ouro para o tratamento de doenças bucais, a clorexidina geralmente é mais eficaz contra microrganismos gram-positivos, incluindo os estreptococos do gênero *Mutans*. Porém, a frequente utilização deste antimicrobiano não é aconselhável devido aos efeitos colaterais locais, como a descoloração de dentes, restaurações e próteses, ulceração da mucosa oral e alteração da percepção gustativa [8]. Em

concordância com esse estudo, o óleo essencial de *Melaleuca* pode se mostrar uma alternativa a este agente, uma vez que apresentou a mesma capacidade antiaderente frente à cepa de *Staphylococcus saprophyticus*.

**Tabela 3.** Concentração Inibitória Mínima de Aderência em µg/mL do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* e do digluconato de Clorexidina 0,12%

Melaleuca alternifolia											
µg/mL	1:1	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128	1:256	1:512	1:1024
	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Digluconato de Clorexidina 0,12%											
µg/mL	1:1	1:2	1:4	1:8	1:16	1:32	1:64	1:128	1:256	1:512	1:1024
	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda: (+) Inibiu a aderência ao tudo (-) Não inibiu a aderência ao tubo.

O estudo realizado por Ramalho *et al.* [23] analisou a atividade antiaderente dos óleos essenciais de *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus citriodora* contra cepas de *Klebsiella pneumoniae*, ficando evidente que o óleo essencial de *Eucalyptus globulus* apresenta boa eficiência contra a formação do biofilme por esta espécie bacteriana, demonstrando resultado equivalente ao controle digluconato de clorexidina 0,12%, inibindo a formação do biofilme na concentração 1:8. Ou seja, a menor concentração do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* capaz de inibir a adesão da bactéria à parede do tubo foi de 1:8.

## CONCLUSÃO

Ao realizar esse trabalho observou-se que o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* apresentou atividade antimicrobiana satisfatória, sendo considerado bactericida e bacteriostático para cepa de *Staphylococcus saprophyticus*, além de uma atividade inibitória mínima de aderência *in vitro* satisfatória sobre esse patógeno comum em infecções nasocomiais, apresentando-se como alternativa terapêutica para as infecções decorrentes de contaminação no ambiente e instrumentais odontológicos. Entretanto, os trabalhos que relacionam esse potencial antimicrobiano e antiaderente da *Melaleuca alternifolia* com *Staphylococcus saprophyticus* são escassos, necessitando de mais estudos para destacar sua eficácia.

## CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## REFERÊNCIAS

1. B. Sampaio-Maia, I.M. Caldas, M.L. Pereira, D. Pérez-Mongiovi, R. Araujo, The oral microbiome in health and its implication in oral and systemic diseases, *Advances in Applied Microbiology*, **97**, 171-210 (2016).
2. K.I.R. Teixeira, A.C. Bueno, M.E. Cortés, Processos físico-químicos no biofilme dentário relacionados à produção da cárie, *Quim. Nova Esc.*, **32**(3), 145-150 (2010).
3. V.E. Germano, C.M.R. Xavier, M.D.M.S. Jales, T.V. Góis-Albuquerque, E.L.F. Lima, L.H. Ribeiro, Microrganismos habitantes da cavidade oral e sua relação com patologias orais e sistêmicas: Revisão de literatura, *Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança*, **16**(2), 91-99 (2018).
4. J.O. Choi, Y.H. Lee, Effect of sanitizers and disinfectants in *Staphylococcus saprophyticus*, *Medico Legal Update*, **20**(1), 2063-2068 (2020).
5. K.O. Yun, H.Y. Kim, A study regarding bacterial contamination of surfaces in dental offices, *Korean Journal of Clinical Laboratory Science*, **47**(4), 279-285 (2015).
6. T.B. Genz, T. Callai, V.R.F. Schlesener, C.F. Oliveira, J.D.P. Renner, Eficácia antibacteriana de agentes de limpeza na desinfecção de superfícies de consultórios odontológicos, *Revista da Faculdade de Odontologia-UPF*, **22**(2), 162-166 (2017).
7. M. Hashemzadeh, A.A.Z. Dezfuli, R. Nashibi, F. Jahangirimehr, Z.A. Akbarian, Study of biofilm formation, structure and antibiotic resistance in *Staphylococcus saprophyticus* strains causing urinary tract infection in women in Ahvaz, Iran, *New Microbes and New Infections*, **39**, 100831 (2021).
8. A.C.M. Oliveira, A. Fontana, T.C. Negrini, M.N.M. Nogueira, T.B.L. Bedran, C.R. Andrade, L.C. Spolidório, D.M.P. Spolidório, Emprego do óleo de *Melaleuca alternifolia* Cheel (Myrtaceae) na odontologia: perspectivas quanto à utilização como antimicrobiano alternativo às doenças infecciosas de origem bucal, *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, **13**, 492-499 (2011).

9. K.S.F. Francisco, Fitoterapia: uma opção para o tratamento odontológico, *Revista Saúde*, **4**(1), 18-24 (2010).
10. L.L. Cárdenas, M.A. Merchán, D.P. López, New antibiotics against bacterial resistance, *Infectio*, **23**(4), 382-387 (2019).
11. K.A. Hammer, C.F. Carson, T.V. Riley, Effects of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) essential oil and the major monoterpene component terpinen-4-ol on the development of single-and multistep antibiotic resistance and antimicrobial susceptibility, *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, **56**(2), 909-915 (2012).
12. M. Loose, E. Pilger, F. Wagenlehner, Anti-bacterial effects of essential oils against uropathogenic bacteria, *Antibiotics*, **1**(6), 358 (2020).
13. E.R. Jesus, R.M. Ellensohn, C.S. Barin, Óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*: otimização do método analítico, *UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas*, **6**(1), 67-72 (2007).
14. P.A.A. Silva, D.P.M. Mejia, Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* (tea tree) para uso como coadjuvante em antissépticos, *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, **13**(4), 492-499 (2011).
15. E.A.M.D. Bona, F.G.D.S. Pinto, T.K. Fruet, T.C.M. Jorge, A.C.D. Moura, Comparação de métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima (CIM) de extratos vegetais aquosos e etanólicos, *Arquivos do Instituto Biológico*, **81**, 218-225 (2014).
16. N.S. Ncube, A.J. Afolayan, A.I. Okoh, Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends, *African Journal of Biotechnology*, **7**(12), 1797-1806 (2008).
17. F.Q.S. Guerra, J.M. Mendes, W. Oliveira, J. Costa, H.D.M. Coutinho, E.O. Lima, Composição química e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* Blume sobre *Acinetobacter* spp, *BIOFAR, Revista de Biologia & Farmacia e Manejo Agrícola*, **8**(1), 62-70 (2012).
18. A.C.L. Albuquerque, M.D.S.V. Pereira, J.V. Pereira, L.F. Pereira, D.F. Silva, M.R. Macedo-Costa, Efeito antiaderente do extrato da *Matricaria recutita* Linn. sobre microrganismos do biofilme dental, *Revista de Odontologia da UNESP*, **39**(1), 21-25 (2010).

19. A Sartoratto, ALM Machado, C Delarmelina, GM Figueira, MCT Duarte, VLG Rehder. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, **35**, 275-280, (2004).
20. R.R. Hafidh, A.S. Abdulamir, L.S. Vern, F.A. Bakar, F. Abas, F. Jahanshiri, Z. Sekawi, Inhibition of growth of highly resistant bacterial and fungal pathogens by a natural product, *The Open Microbiology Journal*, **5**, 96 (2011).
21. T.S. Prestes, F.R. Victorino, Atividade antimicrobiana do óleo de *Melaleuca* associado ao hidróxido de cálcio, VIII EPCC, Encontro Internacional de Produção Científica, 2013. URL: [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete\\_mostra/thaysa\\_sabryna](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete_mostra/thaysa_sabryna), acessado em julho de 2020.
22. A. Gioppo, V. Zancanaro, E.H. Bellaver, Atividade antibacteriana do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* frente a isolados multirresistentes produtores de ESBL e KPC causadores de infecções hospitalares, *Biotemas*, **32**(3), 35-42 (2019).
23. M.A.S. Ramalho, B. Santos, D.F. Ramalho, S.M.D. Cunha, R.M. Anjos, H.M.B.F. Oliveira, A.P. Sousa, A.A. Oliveira Filho, Atividade antiaderente dos óleos essenciais de *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus citriodora* contra cepas de *Klebsiella pneumoniae*, *Research, Society and Development*, **9**(7), e406974245 (2020).

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

L.T. Rodrigues-Sampaio, A.R. da Silva-Santos, A. Pereira de Sousa, H.M. Batista-Fernandes, A.A. de Oliveira Filho, Avaliação da atividade antimicrobiana e antiaderente do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* contra cepa de *Staphylococcus saprophyticus*, *Rev. Colomb. Cienc. Quim. Farm.*, **52**(2), 613-625 (2023). <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v52n2.100718>