

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PROF. ARMANDO JOSÉ FARINAZZO
CENTRO PAULA SOUZA

Maik Salione de Freitas
Naomí Vitória Siqueira
Raul Carneiro Teixeira
Stefany Caires de Sousa

FORMULAÇÃO DE GEL ANTIMICROBIANO A PARTIR DE AROEIRA-
VERMELHA, PRÓPOLIS E CRAVO-DA-ÍNDIA PARA TRATAMENTO
DE INFECÇÕES OCASIONADAS POR *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Fernandópolis
2025

Maik Salione de Freitas
Naomí Vitória Siqueira
Raul Carneiro Teixeira
Stefany Caires de Sousa

FORMULAÇÃO DE GEL ANTIMICROBIANO A PARTIR DE AROEIRA-
VERMELHA, PRÓPOLIS E CRAVO-DA-ÍNDIA PARA TRATAMENTO
DE INFECÇÕES OCASIONADAS POR *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção de Habilitação Profissional
Técnica de Nível Médio de Técnico em
Química, no Eixo Tecnológico de
Produção Industrial, à Escola Técnica
Estadual Professor Armando José
Farinazzo, sob orientação da professora
Flavia Meira Cotrim.

Examinadores:

Flavia Meira Cotrim

Mídian Nikel Alves de Souza

Tamires Cavalcante Francisco

Fernandópolis
2025

FORMULAÇÃO DE GEL ANTIMICROBIANO A PARTIR DE AROEIRA-VERMELHA, PRÓPOLIS E CRAVO-DA-ÍNDIA PARA TRATAMENTO DE INFECÇÕES OCASIONADAS POR *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*.

Maik Salione de Freitas
Naomí Vitória Siqueira
Raul Carneiro Teixeira
Stefany Caires de Sousa

RESUMO: *Staphylococcus aureus* é uma bactéria presente em todos os ambientes, sendo esférica pertencente ao grupo das gram-positivas, capaz de causar uma ampla variedade de doenças. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo produzir um gel antimicrobiano a base de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*), que possui compostos altamente cicatrizantes e antissépticos, tais como os taninos, urushiol e cardol; extrato alcoólico de própolis, proveniente da abelha (*Apis mellífera*), cujos compostos — denominados flavonoides, além de ácidos fenólicos, ésteres, aldeídos e cetonas — conferem ação antimicrobiana; e óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), que potencializa a ação antisséptica da aroeira vermelha. A metodologia do trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica em artigos e também uma pesquisa experimental para produção de uma base gel com propriedades antimicrobianas, contendo 3 mL de extrato alcoólico de própolis e 4 mL de óleo essencial de cravo-da-índia. O óleo essencial de aroeira-vermelha não foi utilizado no produto final, pois se mostrou ineficaz na inibição da cepa isolada. Para a coleta de dados da eficácia das propriedades assépticas do produto, foram utilizadas técnicas de antibiograma, testando-se inicialmente os princípios ativos isolados e, posteriormente, o gel formulado. Dessa forma, os resultados permitiram observar a eficácia do gel produzido. Conclui-se, portanto, que foi possível desenvolver um gel antimicrobiano capaz de inibir a ação da *Staphylococcus aureus*.

Palavras-chave: Antimicrobiano; Cravo-da-índia; Gel; Própolis; *Staphylococcus aureus*.

ABSTRACT: *Staphylococcus aureus* is a bacterium present in all environments, being a spherical bacterium belonging to the Gram-positive group, capable of causing a wide variety of diseases. Therefore, this work aims to produce an antimicrobial gel based on Brazilian peppertree (*Schinus terebinthifolius*), which has highly healing and antiseptic compounds such as tannins, urushiol, and cardol; an alcoholic extract of propolis from honeybees (*Apis mellifera*), whose compounds—called flavonoids, as well as phenolic acids, esters, aldehydes, and ketones—provide antimicrobial action; and clove essential oil (*Syzygium aromaticum*), which enhances the antiseptic action of Brazilian peppertree. The methodology of this work consisted of a literature review of articles and also an experimental study to produce a gel base with antimicrobial properties, containing 3 mL of alcoholic extract of propolis and 4 mL of clove essential oil. The essential oil of Brazilian pepper tree was not used in the final product, as it proved ineffective in inhibiting the bacteria. To collect data on the efficacy of the product's antiseptic properties, antibiogram techniques were used, initially testing the isolated active principles and, subsequently, the formulated gel. Besides, the results showed the effectiveness of the produced gel. It is concluded, therefore, that it was

possible to develop an antimicrobial gel capable of inhibiting the action of *Staphylococcus aureus*.

Keywords: Antimicrobial; Clove; Gel; Propolis; *Staphylococcus aureus*.

RESUMEN: *Staphylococcus aureus* es una bacteria presente en todos los ambientes, siendo una bacteria esférica perteneciente al grupo de las grampositivas, capaz de causar una amplia variedad de enfermedades. Ante esto, el presente trabajo tiene como objetivo producir un gel antimicrobiano a base de junco (*Schinus terebinthifolius*), que posee compuestos altamente cicatrizantes y antisépticos, como los taninos, urushiol y cardol; extracto alcohólico de própolis, (*Apis mellífera*), cuyos compuestos - denominados flavonoides, además de ácidos fenólicos, ésteres, aldehídos y cetonas - confieren una acción antimicrobiana; y aceite esencial de clavo (*Syzygium aromaticum*), que potencializa la acción antiséptica de la yema roja. La metodología del trabajo consistió en una revisión bibliográfica en artículos y también una investigación experimental para producción de una base gel con propiedades antimicrobianas, conteniendo 3 mL de extracto alcohólico de própolis y 4 mL de aceite esencial de clavo. El aceite esencial de aroeira roja no fue utilizado en el producto final, pues se demostró ineficaz en la inhibición de la bacteria. Para la recolección de datos de la eficacia de las propiedades asépticas del producto, se utilizaron técnicas de antibiograma, probándose inicialmente los principios activos aislados y, posteriormente, el gel formulado. Los resultados permitieron observar la eficacia del gel producido. Se concluye, por tanto, que fue posible desarrollar un gel antimicrobiano capaz de inhibir la acción del *Staphylococcus aureus*.

Palabras clave: Antimicrobiano; Clavel; Gel; Própolis; *Staphylococcus aureus*.

1. INTRODUÇÃO

Staphylococcus aureus é considerado uma bactéria esférica, do grupo dos cocos gram-positivos, frequentemente encontrada na pele, em pessoas saudáveis. Porém, pode provocar doenças que variam desde uma infecção leve/simples como espinhas, furúnculos e celulites até infecções mais graves como pneumonia, meningite, endocardite, síndrome do choque tóxico e septicemia, (Santos., et al. 2007). Os antibióticos são medicamentos naturais ou sintéticos utilizados para combater infecções e inibir o crescimento de microrganismos denominados bactérias, sendo infecções cutâneas, pulmonares e urinárias as mais comuns (Guimarães; Momesso; Pupo, 2010).

Nesse princípio, o tratamento feito sob ação de antibióticos em forma de comprimidos é específico para a bactéria causal e consequentemente quando

ingerido elimina milhares de bactérias mutualistas e germes presentes na flora microbiana intestinal, além poder ocasionar a síndrome do intestino permeável, uma patologia associada a maior permeabilidade estomacal gerando maior absorção e passagem de partículas indevidas como moléculas proteicas não dissolvidas em aminoácidos, bactérias, e macro partículas de alimentos do lúmen do intestino ao lúmen da artéria ou veia, gerando assim, em longo prazo, doenças autoimunes (Tulstrup et al., 2015).

Os géis antimicrobianos sintéticos têm grande papel na contemporaneidade, como hábito diário das pessoas após a pandemia do SARS-CoV-2 (vírus da família da corona vírus causador da Covid-19) em que a prática de uso contínuo do álcool em gel, para descontaminação e antissepsia tegumentar, foi aplicada, contribuindo para evitar a contaminação e a aquisição de doenças. Porém, o uso exacerbado do álcool em gel acarreta diversas consequências e a até resistência de certos microrganismos, ainda que, existem patógenos multirresistentes que são comumente associados a infecções e torna o tratamento eficaz um desafio a ser feito (Maciel; Miyasaka, 2017). O álcool em gel se inalado, afeta a corrente sanguínea e em até vinte minutos, gerando os mesmos efeitos proporcionados por uma bebida de baixo teor alcoólico, o que em certas ocasiões pode afetar crianças e idosos, já que, possuem em seu organismo um sistema imunológico baixo e que precisa de cuidados rigorosos. Também pode atuar desidratando seu tecido tegumentar e afetando a flora bacteriana ainda em desenvolvimento (Maciel; Miyasaka, 2017).

Diante da problemática supracitada, o presente trabalho pretende produzir um gel antimicrobiano contendo como princípios ativos o óleo essencial de aroeira vermelha (*Schinus terbinthifolia*) que possui compostos altamente cicatrizantes e antissépticos como os taninos, urushiol e cardol, o extrato alcoólico de própolis, proveniente da abelha (*Apis mellífera*) contendo ação antimicrobiana de seus compostos denominados flavonoides, juntamente com ácidos fenólico, ésteres, aldeídos fenólicos e cetonas; e o óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), potencializando a ação antisséptica da aroeira vermelha, visando assim, a formulação de um gel com alto teor inibitório para *Staphylococcus aureus*.

A justificativa deste trabalho baseia-se na importância dos géis antimicrobianos presentes no cotidiano das pessoas, os quais possuem propriedades que atuam na eliminação de bactérias e na prevenção de contaminações. Esses

produtos podem contribuir significativamente para o avanço da medicina e o tratamento de infecções cutâneas, promovendo uma melhor aceitação, por parte da população, dos produtos naturais e reduzindo os riscos associados ao uso de géis com princípios ativos sintéticos.

Além disso, o uso de compostos fitoterápicos justifica-se por sua ampla disponibilidade, menor custo, biocompatibilidade e pela presença de substâncias bioativas com comprovado potencial antimicrobiano, cicatrizante e anti-inflamatório. Esses compostos representam uma alternativa sustentável e eficaz, especialmente diante do crescente interesse por produtos naturais e da necessidade de desenvolver formulações menos agressivas e com menor risco de efeitos adversos.

Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo produzir um gel antimicrobiano a partir dos princípios ativos da aroeira vermelha, própolis e do cravo-da-índia e testar a eficácia destes compostos na inibição de *Staphylococcus aureus* a partir de testes *in vitro* de antibiograma.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. STAPHYLOCOCCUS AUREUS

A pele humana serve como um habitat natural para o *Staphylococcus aureus*, podendo causar uma variedade enorme de infecções que englobam a pele e os tecidos moles, sítios vasculares e órgãos internos. O *Staphylococcus aureus* é muito recorrente nos hospitais e nas comunidades ainda causando uma grande mortalidade e morbidades altas. (Foster, 2002)

A bactéria pode ser disseminada a partir de uma superfície para a corrente sanguínea, alcançando órgãos internos, onde a infecção pode estabelecer focos metastáticos. Os locais de infecção mais comuns em pacientes hospitalares são feridas cirúrgicas e utensílios médicos permanentes. Nos últimos casos, a bactéria pode colonizar o dispositivo implantado, resultando em danos locais, ou pode se espalhar, causando infecções em outras áreas. Ademais, a intoxicação alimentar pode acabar por ocorrer logo após a ingestão de alimentos contaminados com enterotoxinas. (Foster, 2002).

Os *Staphylococcus aureus* são cocos gram-positivos e catalase-positivos, aproximadamente com 0,5 a 1,5 micrometros de diâmetro, são imóveis, não possuem esporos e geralmente não possuem cápsula. A bactéria pode se apresentar

de diversas formas sendo elas isolados, com pares, com cadeias curtas, agrupados irregularmente (com aspectos de cacho de uva), graças à sua divisão celular, que acontece em três planos perpendiculares (Santos et al., 2007). Ilustrada na Figura 1 a seguir:

Figura 1 – *Staphylococcus aureus*.



Fonte: (Blue ocean robotics, 2023).

Bactérias *Staphylococcus aureus* foram relatadas pela primeira vez em 1880, em pus de abscessos cirúrgicos, graças ao cirurgião escocês Alexandre Ogston e na atualidade é um dos microrganismos mais comuns em infecções piogênicas pelo mundo todo. O gênero *Staphylococcus* pertence à família *Micrococcae*, em conjunto aos generos *Planococcus*, *Micrococcus* e *Stomatococcus*, (Santos et al., 2007).

Na atualidade, o gênero *Staphylococcus* possui 33 espécies, levando em consideração que 17 delas podem ser separadas de amostras biológicas humanas. Normalmente este gênero faz parte da microbiota da pele humana comum e de outros sítios anatômicos. A espécie com o maior interesse médico, principalmente em ambiente nosocomial, é o *S. aureus*, que está constantemente relacionado com diversas infecções em seres humanos. As cepas de *S. aureus* crescem em meios comuns, caldo ou ágar simples, pH = 7, à temperatura ótima de 37° C, (Santos et al., 2007).

As colônias formadas em placa, após 18 a 24 horas de incubação, apresentam-se arredondadas, lisas e brilhantes. A coloração dessas colônias varia desde o acinzentado até o amarelo-ouro, em que a pigmentação aumenta com o tempo de incubação prolongado, não chegando a ser formada nos casos de crescimento em condições anaeróbicas, ou na cultura em caldo. Em placas de ágar sangue, um halo de hemólise desenvolve-se em torno das colônias formadas, (Santos et al., 2007).

Outro meio importante para a identificação do *S. aureus* é o ágar manitol-sal, seletivo para essa espécie, uma vez que o *S. aureus* consegue fermentar o manitol, produzindo ácido láctico. Essa espécie se desenvolve também na presença de 7,5% de NaCl, que estimula a produção de coagulase, enzima que caracteriza a espécie, (Santos et al., 2007).

2.2. PLANTAS MEDICINAIS

O uso de plantas com o intuito de tratar, curar e atuar na prevenção de doenças é, sem dúvidas, a forma mais antiga de cura feita pelo ser humano. No final do século 20, a Organização Mundial de Saúde (OMS) anunciou que 65-80% da humanidade dos países em crescimento, dependem de plantas e vegetais com fator de cura como principal meio de realizar um cuidado básico com a saúde (Junior; Pinto; Maciel, 2005).

Segundo Junior, Maciel e Pinto (2005), plantas com capacidade de cura são “todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semi-sintéticos”. A diferença entre a erva curativa e o produto fitoterápico consiste no fato de que, enquanto a erva é utilizada de forma in natura, o fitoterápico resulta do processamento da planta para uma elaboração específica, com padronização, regulamentação e finalidade terapêutica definida. De acordo com a Secretaria de Vigilância Sanitária, em sua Portaria nº. 6 de 31 de janeiro de 1995¹ apud Junior, Pinto e Maciel (2005, p.1), fitoterápico é:

Todo medicamento tecnicamente obtido e elaborado, empregando-se exclusivamente matérias-primas vegetais com finalidade profilática, curativa ou para fins de diagnóstico, com benefício para o usuário. É caracterizado pelo conhecimento da eficácia e dos riscos do seu uso, assim como pela reprodutibilidade e constância de sua qualidade. É o produto final acabado, embalado e rotulado. Na sua preparação podem ser utilizados adjuvantes farmacêuticos permitidos na legislação vigente. Não podem estar incluídas substâncias ativas de outras origens, não sendo considerado produto fitoterápico quaisquer substâncias ativas, ainda que de origem vegetal, isoladas ou mesmo suas misturas.

¹ BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 6, de 31 de janeiro de 1995. Dispõe sobre o registro de produtos fitoterápicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 fev. 1995.

2.3. AROEIRA-VERMELHA (*SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS*)

Dentre as espécies originárias da cultura brasileira, observa-se a *Schinus terebinthifolius*, pertencente à família *Anacardiaceae*. É uma árvore nativa da América do Sul, comumente reconhecida como aroeira-vermelha (Figura 2) ou aroeira-pimenteira, especialmente pela morfologia de seus frutos e por ser usado como tempero em alimentos, (Azevedo; Quirino; Bruno, 2015).

Figura 2 – Aroeira Vermelha



Fonte: (Uol, [s.d]).

De acordo com Lorenzi e Matos² *apud* Azevedo, Quirino e Bruno (2015) e Amorim e Santos³ *apud* Azevedo, Quirino e Bruno (2015) as cascas do caule são utilizadas para combater inflamações de várias origens, principalmente do sistema genital feminino, pois apresentam, entre outras propriedades, ação anti-inflamatórias e cicatrizantes. A madeira é bastante resistente, sendo usada como cercas vivas, além de ser uma das espécies mais procuradas pela avifauna (Carmello-Guerreiro; Paoli, (2002) *apud* Azevedo; Quirino; Bruno, 2015).

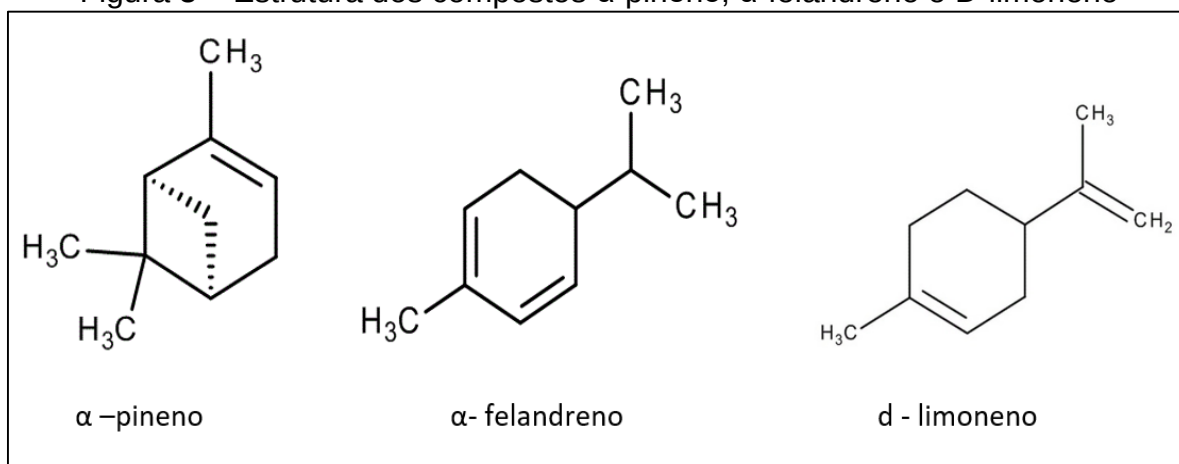
Schinus terebinthifolius em sua composição mostra uma diversidade de substâncias bioativas, tais como: terebinthona, ácido hidroximasticadienóico, ácido

² MATOS. Estudo farmacobotânico de partes aéreas vegetativas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi, *Anacardiaceae*). Mamanguape-Paraíba-Brasil; 2014.

³ SANTOS. Estudo farmacobotânico de partes aéreas vegetativas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi, *Anacardiaceae*). Mamanguape-Paraíba-Brasil; 2014.

terebinthifólico e o ácido ursólico. Além destes compostos, a espécie possui, entre outros constituintes, taninos, flavonóides e óleos essenciais. Estudos sobre os metabólitos sintetizados pela aroeira mostram que a planta possui alcalóides e óleos essenciais, sendo os principais constituintes do óleo essencial compostos de terpenos, principalmente α -pineno, α -felandreno e D-limoneno (Figura 3) responsáveis por suas atividades biológicas, sobretudo pelo elevado potencial bactericidas (Pinheiro et al., 2021)

Figura 3 – Estrutura dos compostos α -pineno, α -felandreno e D-limoneno



Fonte: (Merck, 2025)

2.3.1. Mecanismo de ação contra bactérias

Ao analisar a genotoxicidade, o extrato da casca de *S. terebinthifolius* foi aplicado em determinadas cepas de *Escherichia coli* e *Salmonella*, em que se observou a danificação do DNA dessas bactérias pelo extrato, possivelmente por meio de mecanismos oxidativos. Relacionando esse efeito, outros autores o assimilaram à presença de amentoflavona e flavonóides congêneres no extrato, (Pinheiro et al., 2021).

Foram realizados estudos com extratos e óleo essencial da *S. tereinthifoluis*, que afirmam sua atividade antimicrobiana, quando expostos à presença de *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. O óleo essencial do fruto maduro de *S. Terebinthifolius* mostrou-se ativo contra todas as cepas selvagens, (Pinheiro et al., 2021).

2.4. PRÓPOLIS

As própolis (Figura 4) é uma substância resinosa e antibacteriana produzida por abelhas e possui as mais variadas funções na colmeia (complementação de frestas, redução de aberturas de entrada e saída, mumificação de carcaças de insetos, a fim de prevenir sua decomposição e putrefação). É utilizada inclusive para tapar as paredes internas da colmeia e interior das células para protegê-las dos microrganismos, além de promover a reparação de favos estragados e consolidação de favos móveis. A própolis de *Apis mellifera*, cujo grupo de abelhas vem constantemente chamando a atenção de pesquisadores, é da tribo *Apini*, habitando as regiões tropicais do planeta (Carbajal et al., 2016).

Figura 4 - Própolis



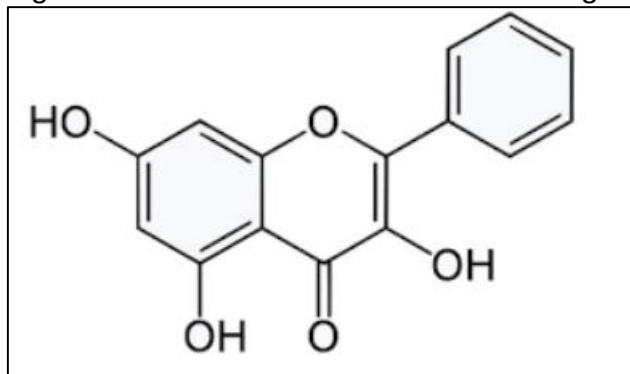
Fonte: (Ativo, 2021)

A composição de uma própolis é determinada pelas características fitogeográficas presentes ao redor da colmeia. Todavia, a composição da própolis varia, inclusive, sazonalmente em um mesmo lugar. Não apenas a composição química da própolis é determinada pelas características da vegetação da região, mas as reservas de pólen e mel. Em decorrência desta composição química singular da própolis, ocorre uma variação nas suas propriedades farmacológicas. Apresenta as seguintes propriedades: antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória, imunomodulatória, hipotensiva, cicatrizante, anestésica anticâncer, anti-HIV e anticariogênica, (Carbajal et al., 2016).

A própolis contém vários princípios ativos, como: flavonas, ácido cafeico, isovanilina, vanilina, ácido butanóico, ácido málico, alanina, ácido benzoico, ácido cumárico, ácido gentísico, ácido ferúlico, ácido vanílico, pinocembrina, pinobanksina,

galangina, timol, luteolina, terpenos, lignanas, miricetina, ácidos decanoicos, crisina, quercetina e kaempferol. Um dos principais responsáveis pela ação contra bactérias Gram-positivas, como o *Staphylococcus aureus* é a galangina, um flavonoide (Figura 5), (Carbajal et al., 2016).

Figura 5 – Estrutura do flavonoide Galangina



Fonte: (Coelho, 2024)

2.4.1. Mecanismos de ação do própolis contra *S. aureus*

Alguns dos responsáveis por matar células bacterianas diretamente são a própolis e seus derivados, interagindo com elas por meio de mecanismos diferentes, ou alterando a resposta imune das células hospedeiras. Enzimas hidrolíticas são responsáveis por interferir nos componentes ativos da própolis, resultando no aprimoramento de resistência bacteriana. Diversos mecanismos implícitos foram apresentados por diferentes grupos de pesquisas relacionados à ação antimicrobiana da própolis, estando incluso a inibição de divisão celular, síntese de ácidos nucleicos, síntese de proteínas, impedimento da função da membrana citoplasmática, alteração da permeabilidade da membrana, redução da capacidade de formar biofilmes, bacteriólise, inibição da via de geração de energia e redução da resistência bacteriana a certos antibióticos convencionais, (Bouchelaghem et al., 2021).

A resultância da própolis na integridade da membrana celular bacteriana foi examinada para *S. aureus* medindo a liberação de constituintes intracelulares no meio. O desenvolvimento indica que o extrato etanólico de própolis brasileira danifica irreversivelmente a membrana celular bacteriana, causando a lise celular. A interação sinérgica entre EEP e antibióticos em *S. aureus* e outros microrganismos foi indicada pelos métodos de microdiluição em caldo e difusão em disco, confirmando a crescente ação antimicrobiana de antibióticos β -lactâmicos na presença de própolis. Sendo

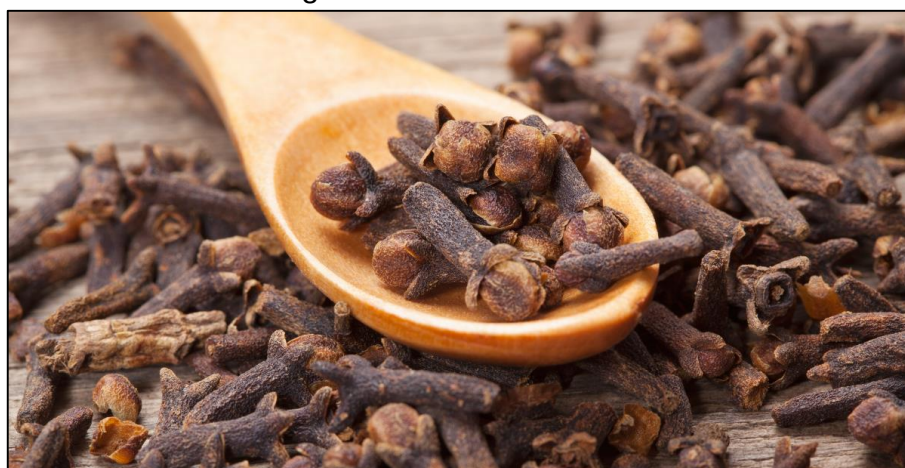
assim, a própolis revelou interação sinérgica com antibióticos que agem na inibição da parede celular, síntese de proteínas e ribossomos. Os resultados mostram que a terapia com combinação de própolis e outros fármacos reduz o risco de desenvolvimento de microrganismos multirresistentes durante o tratamento, (Bouchelaghem et al., 2021).

Esses estudos mostram que o modo de ação da própolis não é indicado pela identificação do modo de ação de seus constituintes bioativos separadamente, mas que é uma interação complexa entre todos os compostos. Porém muito pouco se sabe nos dias atuais sobre mecanismos moleculares relacionados aos efeitos biológicos da própolis, e os mecanismos que sustentam sua atividade contra microrganismos ainda não estão claros. Entretanto, por muito tempo, foi considerado que as atividades dos compostos de própolis contra microrganismos estão mais relacionadas ao efeito sinérgico dos polifenóis do que aos efeitos individuais, (Bouchelaghem et al., 2021).

2.5. CRAVO-DA-ÍNDIA

O cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) vem da família das *Mirtaceae*, sendo oriundo da Indonésia e muito utilizado como especiaria com efeitos benéficos a saúde. Seus óleos essenciais são principalmente extraídos de seus botões florais, frutos e folhas (Figura 6). Ademais, a sua constituição química é composta por eugenol, acetato de eugenol, cariofilenos, ácido oleânico, e substâncias da classe dos: triterpenos, ceras vegetais, cetonas, resinas, taninos e esteróis (Affonso et.al., 2012).

Figura 6 – Cravo-da-Índia



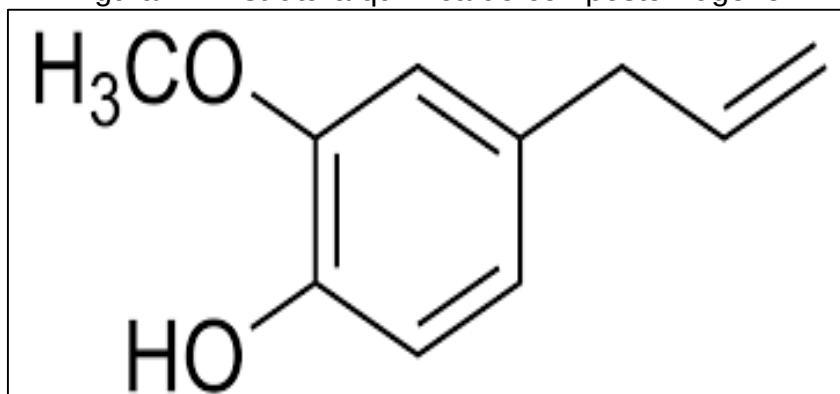
Fonte: (Pharmacalabis, [s.d]).

Em âmbito industrial farmacêutico e cosmético, o cravo-da-índia tem um enorme valor em função do eugenol, sendo este, um dos principais princípios ativos presentes no cravo-da-índia, oriundo da classe dos fenilpropanóides contendo a fórmula química $C_{10}H_{12}O_2$, proporcionando o efeito anti-inflamatório, cicatrizante e analgésico do cravo, inibindo e combatendo a proliferação de bactérias (Silvestri et al., 2010, p.590). Suas características enquanto óleo essencial são, uma coloração amarelada e odor cítrico, e a cada grama de botões de cravo são extraídos 180 mg de eugenol. Seus benefícios quando incorporados à produtos de uso tópico são as propriedades antifúngicas, antibacterianas e analgésicas (Devi et al., 2010, p.591, Tradução nossa).

A principal parte da planta em que o eugenol está presente é a gema floral seca com a concentração de aproximadamente 95% do composto. Nas práticas odontológicas o eugenol é utilizado como analgésico bucal e antisséptico bucal para alívio de infecções e cicatrizar a mucosa bucal para a limpeza intracelular de exotoxinas liberadas por bactérias presentes na corrente sanguínea (bacteremia) (Mazzafera, 2003).

A princípio o óleo essencial do botão do cravo é pouco produzido já que o processo é demorado e se extrai pequenas quantidades. O botão possui cerca de 17% do óleo essencial e o talo que o acompanha contém 4,5 – 6,0% do composto fenólico eugenol (Figura 7), que auxilia e progride sua concentração e absorção da pele por meio da porosidade (Gomes et al., 2018).

Figura 7 – Estrutura química do composto Eugenol



Fonte: (Lemos et al., 2021)

2.5.1. Mecanismos de ação contra bactérias

O cravo-da-índia em seu estado de óleo essencial, contendo seu princípio ativo o eugenol em maior quantidade e seus metabólitos secundários como o ácido oleânico, cariofileno, atua como um bacteriostático e bactericida podendo inibir a parede celular das bactérias ou interferindo na produção de peptidoglicanos e causando assim a lise bacteriana ou morte bacteriana (Oliveira, 2011). Derivadas cadeias de açúcares formadoras de proteínas são inibidas, como: N-acetilglucosamina (GlcNAc) e N-acetilmurâmico (MurNAc). Concluindo que o óleo essencial do cravo-da-índia possui grande atividade antimicrobiana atuando no meio intracelular e extracelular da bactéria (Chaput; Boneca, 2007, *Tradução nossa*).

2.6. FORMULAÇÃO DO GEL

De acordo com a Farmacopeia Brasileira, o gel é definido como uma forma farmacêutica semissólida, possuindo um ou mais princípios ativos no quais se encontram um agente gelificante que garante firmeza a solução ou dispersão coloidal, tendo em vista que este gel pode possuir partículas de suspensão. (BRASIL, 2012)

Os géis são bases bastante utilizadas tanto em produtos farmacêuticos quanto em cosméticos, visto que possuem características que possibilitam veicular tanto os ativos hidrossolúveis como lipossolúveis. Existem duas classificações para os géis, os hidrofílicos e hidrofóbicos. Os hidrofílicos são aqueles que estão dispersos em uma fase aquosa, isto é, água e hidrofóbicos que seriam os creme-géis nos quais a fase líquida é oleosa. (Saracini, 2023)

A Farmacopeia Brasileira mostra em seus capítulos uma formulação base para o desenvolvimento de géis, sendo então os seguintes componentes utilizados: água, emoliente (possui a função de hidratar), espessante (matéria-prima que atribui viscosidade ao produto), um agente gelificante e o corretor de pH. (Saracini, 2023) As especificidades de cada reagente da formulação são demonstradas na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Informações referentes aos componentes do gel

Reagente	Função
EDTA	Agente quelante
Carbopol 940	Agente espessante
1,2 Propilenoglicol	Agente umectante
Fenoxietanol	Agente conservante
Água destilada	Veículo
Aminometil propanol AMP Ultra PC 2000	Corretor de pH

Fonte: (Dos próprios autores a partir da Farmacopeia Brasileira, 2025)

O Carbopol é considerado um polímero de ácido poliacrílico reticulado, possuindo capacidade de proporcionar uma grande viscosidade para a formulação, o qual garante um gel transparente perfeito para a formulação de géis transparentes, géis hidroalcoólicos e cremes. Quando hidrolisado apresenta um pH de 2,8 à 3,2, para atingir a viscosidade máxima e a transparência exata é necessário neutralizar para pH de aproximadamente 7,0, porém na faixa de 4,0 a 5,5 é tida como uma boa faixa de trabalho, tendo em vista que o pH ideal de trabalho para a pele é entre 4,6-5,8. (Saracini, J, 2023).

Também se é usado na formulação do gel o EDTA, propilenoglicol, fenóxietanol, água destilada e AMP ultra 2000 (aminometil propanol). A função do EDTA é evitar que o odor seja alterado, que haja uma mudança de cor, e ocorra a degradação dos insumos naturais tais como óleos e extratos vegetais, a inativação de substâncias ativas como por exemplo filtros solares, conservantes e fármacos. Em conjunto, evita a oxidação de vitaminas A e C, também evitando a redução da capacidade de limpeza e de espumação de shampoos e sabonetes. (Verdi natural, 2025).

O propilenoglicol é um composto orgânico de álcool diol, muito usado nas indústrias dermatológicas, sendo um fluido viscoso, inodoro e incolor, miscível em água que ajuda os demais ingredientes a serem absorvidos pela pele. Ele também é utilizado como fixador de perfumes, veículo para ingredientes em medicamentos tópicos, até mesmo como hidratante umectante em uma variedade de cosméticos (Creamy, 2023).

Fenoxietanol considerado como conservante é utilizado em variados produtos para preservar e garantir qualidade e segurança de cada produto e do consumidor. Em cosméticos, ele possui origem sintética e é muito usado para garantir que tais produtos não sejam contaminados possuindo propriedades antifúngicas e permitindo evitar a contaminação por microrganismos. (L'oreal, 2023)

A água destilada, considerada um dos itens mais importantes em um laboratório, sendo muito utilizada como solvente, lubrificante, reagente e comumente utilizada na limpeza de vidrarias. Ela atua como veículo em diversas formulações e deve ser isenta de impurezas.

O Aminometilpropanol, conhecido por ser um agente neutralizante e regulador de pH, encontrado em loções, produtos para cabelo e para a pele, comumente alterando o pH para melhorar sua estabilidade e, que cada fórmula possui um pH ideal, para aumentar sua eficácia. É utilizado para neutralização de polímeros do tipo carbômero. (Infinity pharma, 2024)

3. METODOLOGIA

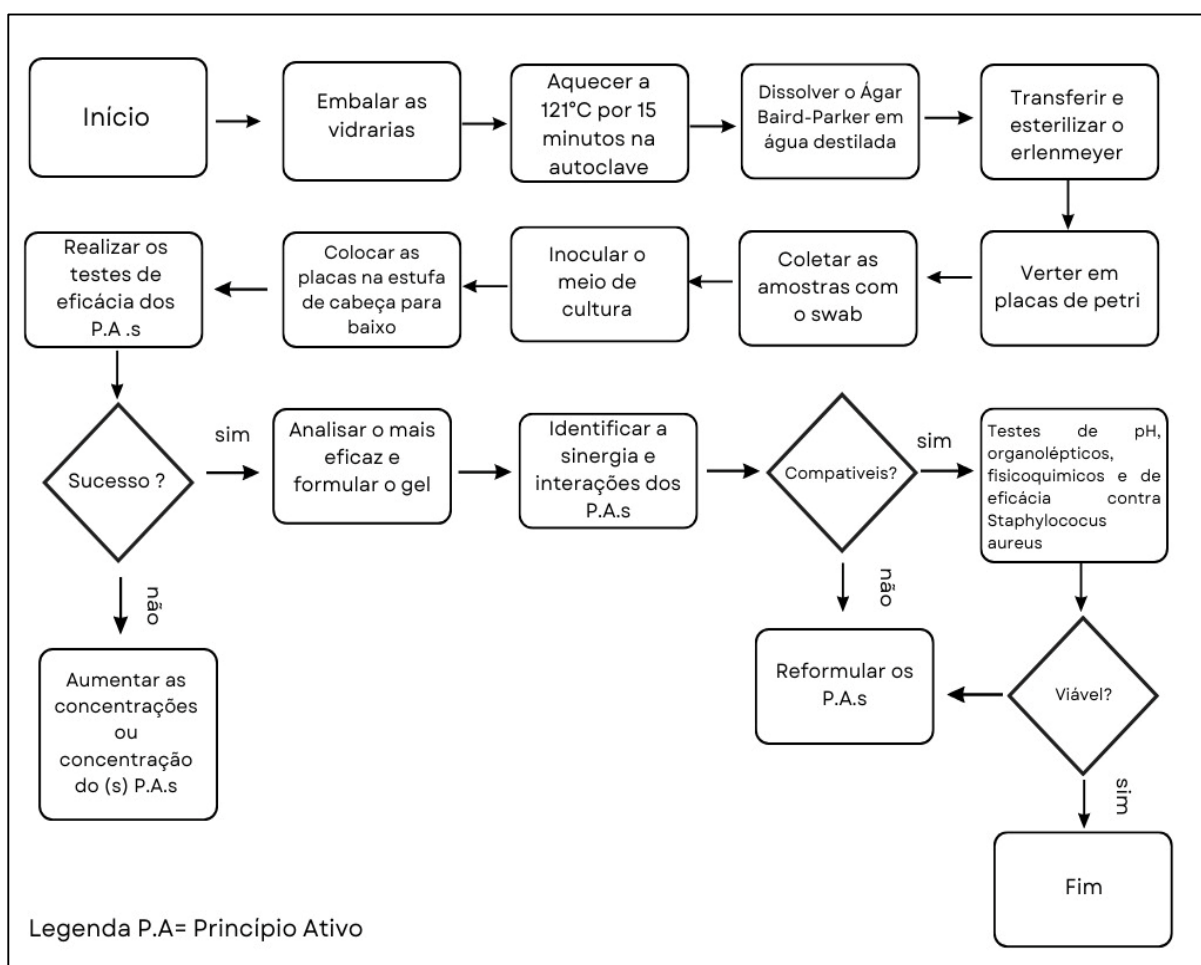
O presente trabalho foi elaborado por intermédio de revisões bibliográficas acerca da eficácia da ação antimicrobiana das plantas aroeira-vermelha, cravo-da-índia e extrato de própolis, com o objetivo de desenvolver um gel com ação antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* como alternativa aos produtos antissépticos sintéticos produzidos pela indústria. Diante disso, foi feita uma pesquisa aprofundada em artigos científicos e revistas para a produção do gel antisséptico para inibir a ação infecciosa do *Staphylococcus aureus*. O trabalho também compreende uma pesquisa experimental, uma vez que foi realizada a produção do gel antisséptico em concentrações estabelecidas dos ativos, para a realização dos testes de eficácia do produto desenvolvido. Para a coleta de dados referentes as propriedades antissépticas dos compostos ativos adicionados ao gel, foram feitos testes de antibiograma, aplicando-se os óleos essenciais e os extratos vegetais sob culturas bacterianas do *Staphylococcus aureus* para analisar a eficácia de cada constituinte isolado para a formulação. Além disso, foi conduzido um antibiograma para verificar a ação antisséptica após o produto finalizado.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. FLUXOGRAMA

Para produzir o gel antimicrobiano foram realizados testes no Laboratório de Química e Microbiologia da instituição de ensino Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo. As etapas realizadas podem ser vistas no Fluxograma 1 a seguir:

Fluxograma 1. Procedimento para a produção do gel antisséptico.



Fonte: (Dos próprios autores, 2025).

4.2. MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NOS PROCEDIMENTOS GERAIS

Os materiais e reagentes empregados em todos os processos experimentais encontram-se na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2. Materiais e reagentes correspondentes as etapas do processo.

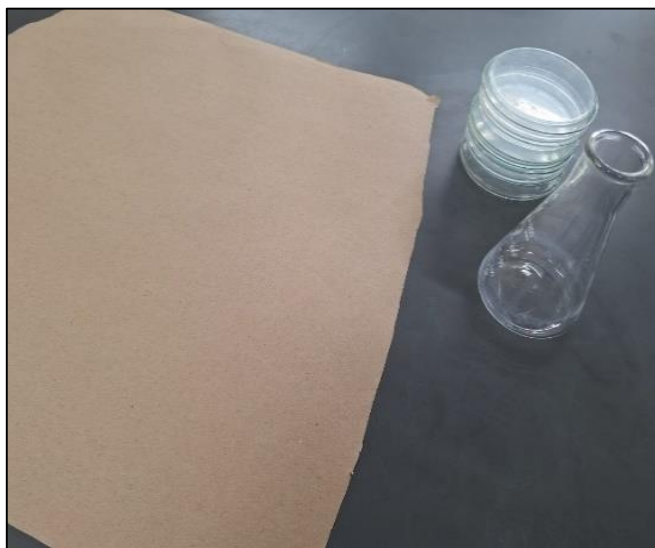
Etapas do processo	Materiais	Reagentes
Materiais para autoclavagem	• Erlenmeyer • Placa de Petri • Béquer • Bastão de vidro • Proveta • Discos de papel filtro	Não se aplica
Preparo e autoclavagem do ágar Baird parker	• Erlenmeyer • Boneca-tampão • Papel-alumínio • Vidro relógio	• Ágar Baird-Parker • Água destilada
Inoculação dos microrganismos	• Swab • Placa de Petri • Bico de Bunsen • Tubo de ensaio	• Solução salina • Microrganismo
Coloração de Gram	• Lâmina microbiológica • Microscópio • Pipeta Pasteur	• Fucsina • Cristal Violeta • Solução de Lugol • Água destilada
Antibiograma	• Placa de Petri • Swab • Bico de Bunsen • Placa com Microrganismo • Tubo de ensaio	• Solução salina
Desenvolvimento do gel antimicrobiano	• Béquer • Bastão de vidro • Vidro relógio • Proveta	• EDTA • Carbopol 940 • 1,2 Propilenoglicol • Fenoxietanol • AMP Ultra PC 2000 • Extrato alcóolico de própolis • Óleo essencial de Cravo-da-Índia
Teste de pH	• Fita de pH	• Gel antimicrobiano
Antibiograma com o produto final	• Placa de Petri • Swab • Bico de Bunsen • Placa com Microrganismo • Tubo de ensaio	• Gel antimicrobiano • Solução salina

Fonte: (Dos próprios autores, 2025).

4.3. AUTOCLAVAGEM DOS MATERIAIS

Por conseguinte, as etapas de desenvolvimento do gel antimicrobiano necessitaram-se da aplicação da metodologia de assepsia das placas de Petri para o cultivo microbiano por meio do preparo deste material para esterilização em autoclave, como demonstrado na Figura 8. O processo deu início com a padronização do nível da água da autoclave, que deve ficar até um centímetro abaixo da cruzeta. Após a padronização do nível da água, foi preciso posicionar o cesto no interior da autoclave, logo após foram colocadas todas as vidrarias cruciais para realizar a produção do gel, já previamente embaladas e seladas com fita termo-reativa, e vedou-se, a tampa do aparelho certificando-se de que os manípulos estivessem corretamente ajustados.

Figura 8. Preparo de materiais para autoclavagem.



Fonte: (Dos próprios autores, 2025).

Com as vidrarias já dispostas na autoclave, foi fundamental aguardar a saída do vapor por 2 a 5 minutos, fechando o registro passado esse tempo. Após atingir a temperatura de 121°C o processo de esterilização foi monitorado por 15 a 30 minutos. Ao término da esterilização, foi desligada a autoclave, permitindo que o ponteiro do manômetro atingisse a posição zero e o registro foi aberto para liberar o vapor gradualmente. Por último, foram desatados os manípulos e removidos os materiais esterilizados como mostrado na Figura 9.

Figura 9. Materiais autoclavados

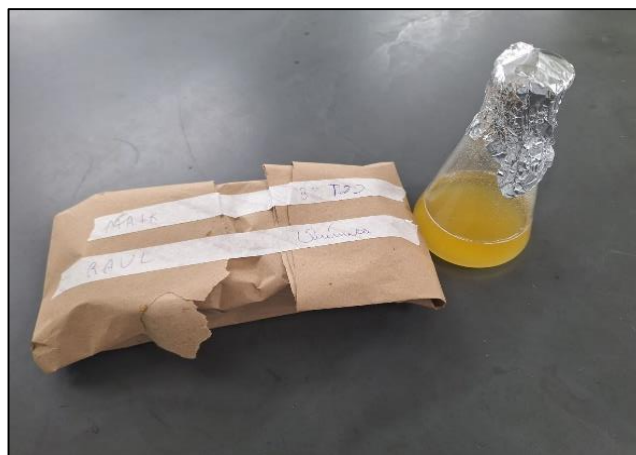


Fonte: (Dos próprios autores, 2025).

4.4. PREPARO E AUTOCLAVAGEM DO ÁGAR

Após o selamento das placas, preparou-se o ágar Baird Parker para posteriormente realizar a produção dos meios de cultura, colocando a solução do ágar em um erlenmeyer e tampando com um tampão de papel-alumínio assim como mostrado na Figura 10. Logo, a quantidade padronizada do meio de cultura demonstrou-se de 63,5 g para 950 mL de água destilada, mas foram utilizados 10 g para preparar com apenas 150 mL de água destilada. Após isso, foi colocado o meio de cultura para esterilizar e, após a esterilização, verteu-se em placas de Petri próximo a zona estéril de um bico de bunsen, preenchendo todo o fundo das placas de Petri já previamente esterilizadas.

Figura 10. Meio de cultura e placas e petri após a esterilização.



Fonte: (Dos próprios autores, 2025).

4.5. INOCULAÇÃO DOS MICRORGANISMOS

Para inoculação de microrganismos nos meios de cultura, coletou-se o *Staphylococcus* de um meio de cultura previamente contaminado, e realizou-se o esfregaço, utilizando-se um swab molhado em solução salina estéril para realizar a coleta do microrganismo e, com o swab contaminado homogenizou-se na solução salina para realizar o esfregaço em outro meio de cultura utilizando somente *Staphylococcus aureus*, cuja coleta ocorreu próxima a região de um bico de Bunsen, assegurando uma zona estéril, de acordo com a Figura 11.

Figura 11. Inoculação da bactéria



Fonte: (Dos próprios autores, 2025)

4.6. COLORAÇÃO DE GRAM

Para a realização da coloração Gram é necessário primeiramente obter uma amostra dos microrganismos isolados antecipadamente em um meio de cultura e materiais específicos, como mostra a Figura 12. Após a coleta, colocou-se uma amostra da bactéria em uma lâmina e em seguida aplicou-se cristal violeta por 1 minuto e, decorrido o tempo, lavou-se a lâmina com água destilada. Após isso, foi aplicado Lugol por 1 minuto e lavou-se a lâmina novamente, repetindo-se o mesmo processo com álcool 70%, porém lavou-se após 10 a 20 segundos de aplicação. Por fim, aplicou-se uma solução de fucsina, lavando após 30 a 60 segundos de aplicação. Depois de todo o processo, analisou-se em microscópio óptico identificando a cor

observada, sendo a coloração roxa característica de bactérias Gram positivas e rosa de bactérias Gram negativas.

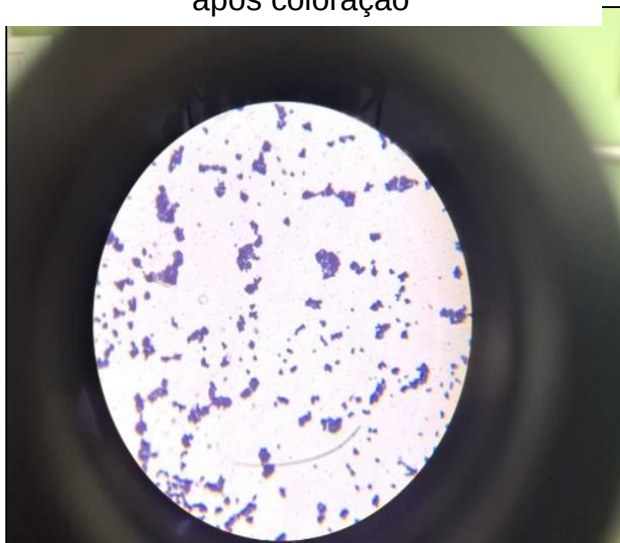
Figura 12. Materiais utilizados para a realização da coloração de gram.



Fonte: (Dos próprios autores, 2025).

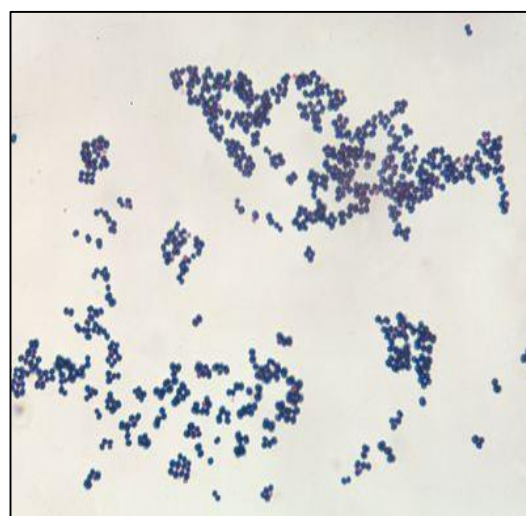
A identificação da bactéria foi possível a partir da análise da imagem microscópica após coloração de Gram (Figura 13) e da comparação com uma imagem da literatura (Figura 14), confirmando a presença de *Staphylococcus*.

Figura 13. Imagem do microscópio após coloração



Fonte: (Dos próprios autores, 2025).

Figura 14. Imagem de *staphylococcus* para comparação



Fonte: (Britannica Science, 2025).

4.7. ANTIBIOGRAMA

Após o crescimento dos microrganismos, pegaram-se as colônias específicas de bactérias e inoculou-as na placa para que ocorresse o crescimento. Posteriormente, pegaram-se discos de papel filtro, previamente esterilizados, e mergulharam-se nos óleos essenciais e no extrato alcoólico de própolis, inserindo-os na placa, e esperou-se o crescimento desses microrganismos para que fosse feita a medição do halo de inibição como mostra a Figura 15. Após 24 horas de incubação em temperatura ambiente os halos de inibição foram observados conforme mostra a Figura 16.

Figura 15. Materiais e reagentes utilizados.



Fonte: (Dos próprios autores, 2025).

Figura 16. Placa com halo de inibição dos princípios ativos.



Fonte: (Dos próprios autores, 2025).

Com isso, os resultados das medidas dos halos de inibição foram expressos em milímetros na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 - Dados dos halos de inibição:

Componentes	Medição da borda externa até a borda externa oposta (mm)
Extrato alcoólico de própolis	10
Óleo essencial de cravo-da-Índia	16
Óleo essencial de aroeira-vermelha	0

(Fonte: dos próprios autores, 2025).

4.8. DESENVOLVIMENTO DO GEL ANTIMICROBIANO

Para elaboração de 100 mL da base em gel foi utilizado os seguintes reagentes, bem como suas respectivas quantidades, descritos na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4. Quantidade dos reagentes utilizados na produção de 100 mL gel

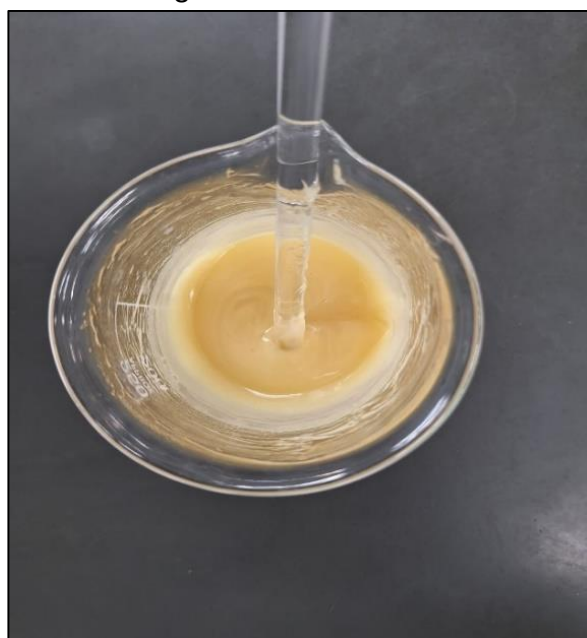
Reagentes:	Quantidade:
EDTA	0,05g
Carbopol 940	1g
1,2 Propilenoglicol	5g
Fenoxietanol	0,5g
Água destilada	100g
AMP Ultra PC 2000	q.s.p pH 6,5 a 7
Extrato alcoólico de própolis	3 mL
Óleo essencial de cravo-da-índia	4 mL
Óleo essencial de aroeira-vermelha	0 mL

(Fonte: dos próprios autores, 2025).

Para o preparo do gel, utilizou-se uma proveta para medir 100 mL de água destilada (sendo utilizada como um solubilizante), enquanto isso,

simultaneamente foi-se pesado o EDTA, após pesou-se o fenoxietanol, todos em balança semi-analítica. Em seguida, foi pipetado o propilenoglicol e, logo após pesou-se também o carbopol. Diluindo-se então todos os reagentes citados acima somente adicionando aos poucos o carbopol para não formar grânulos. A correção do pH foi feita com adição do AMP, foi-se adicionado 4 gotas de AMP até que o gel fosse formado. Ademais, ao gel previamente finalizado, e em concordância com os resultados obtidos no antibiograma, inseriu-se 4 mL do óleo essencial de cravo-da-índia e 3 mL do extrato alcoólico de própolis, pois foram os únicos que obtiveram efeito bactericida contra a bactéria *Staphylococcus aureus*. O gel produzido encontra-se ilustrado na Figura 17 a seguir.

Figura 17. Gel finalizado



Fonte: (Dos próprios autores, 2025)

4.9. TESTE DE pH

Após inserir o óleo essencial de cravo-da-índia e o extrato de própolis, foi realizado a medição do pH do gel antimicrobiano. Utilizando-se a fita indicadora universal de pH, observou-se um pH de 5, sendo levemente ácido de acordo com a Figura 18 abaixo.

Figura 18. Teste de pH com o gel



Fonte: (Dos próprios autores, 2025)

4.10. PROPRIEDADES ORGANOLÉPTICAS DO GEL

Ademais, foram realizados testes organolépticos acerca do gel finalizado, abrangendo aparência, cor, textura e odor respectivamente, conforme mostra Tabela 5.

Tabela 5. Propriedades Organolépticas do gel

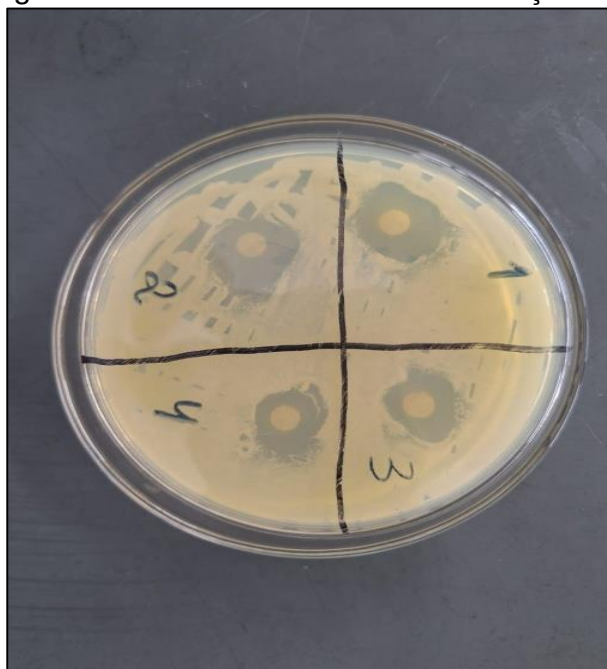
Aparência	Cor	Textura	Odor
Semissólido	Amarelo claro	Viscosa	Cítrico e doce

Fonte: (Dos próprios autores, 2025)

4.11. ANTIBIOGRAMA COM O PRODUTO FINAL

Ao final da elaboração do gel, foi realizado um antibiograma para determinar a eficácia dos princípios ativos na formulação e a ação do gel contra as bactérias *staphylococcus*, como mostra a Figura 19, com o intuito de analisar os halos de inibição apresentados na análise microbiológica.

Figura 19. Placa com os halos de inibição do gel.



Fonte: (Dos próprios autores, 2025)

A seguir, a Tabela 6 contém os respectivos halos de inibição utilizando exclusivamente o gel como produto. Como apenas um gel foi desenvolvido, as numerações 1, 2, 3 e 4 correspondem a quatro testes realizados com o mesmo gel, testado em diferentes pontos da placa.

Tabela 6 - Dados dos halos de inibição referente ao antibiograma do gel produzido

Componentes	Medição da borda externa até a borda externa oposta (mm)
Teste 1	20
Teste 2	20
Teste 3	15
Teste 4	18

(Fonte: dos próprios autores, 2025)

Foi possível observar um resultado satisfatório do emprego dos princípios ativos na formulação do gel, o que resultou na inibição da bactéria em estudo. Logo após a produção envasou-se o gel e criou-se um rótulo para ele conforme mostra a Figura 20.

Figura 20 - Rótulo do gel produzido



(Fonte: Dos próprios autores, 2025)

4.12. VIABILIDADE DO PRODUTO

Em suma, foi feita uma análise de custo referente ao produto, considerando o valor estimado dos reagentes e das matérias-primas conforme suas quantidades, obtendo-se o custo médio apresentado com a Tabela 7.

Tabela 7. Valor médio dos reagentes de acordo com as quantidades

Reagentes:	Preço médio em R\$
EDTA	0,003
Carbopol 940	0,10
1,2 Propilenoglicol	0,245
Fenoxietanol	0,10
Água destilada	0,03
AMP Ultra PC 2000	0,15
Extrato alcoólico de própolis	2,44
Óleo essencial de cravo-da-índia	14,36
Óleo essencial de aroeira-vermelha	0

(Fonte: dos próprios autores, 2025)

De acordo com a análise da Tabela 7, os valores totais para a produção de 100 mL do gel foram de R\$ 19,43, incluindo o custo do frasco utilizado no envasamento. Considerando-se a venda por R\$ 25,00 por unidade, o lucro obtido sobre o custo total do produto foi de R\$ 5,57.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse presente trabalho teve como por objetivo produzir um gel antimicrobiano a base de aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*), pouco conhecida, mas que possui em sua composição propriedades que auxiliam na inibição do *Staphylococcus aureus*, o cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e o Própolis, ambos reconhecidos por sua ação antimicrobiana. A formulação foi desenvolvida com o intuito de ser aplicada no tratamento de infecções ocasionadas por *Staphylococcus aureus*.

Diante disso, foi feito o teste de antibiograma para verificar o potencial bactericida dos óleos essenciais e do extrato já citados, onde foi possível identificar nenhuma ação do óleo essencial de aroeira vermelha contra a bactéria em estudo, os demais compostos obtiveram resultados satisfatórios, apresentado melhor halo de inibição o cravo-da-índia. Desse modo, formulou-se um gel antimicrobiano e depois foi realizado outro antibiograma para verificar a inibição da bactéria com o produto finalizado, apresentando um resultado satisfatório com a concentração ideal de princípios ativos para a formulação de 3 mL de extrato de própolis e 4 mL de óleo essencial de cravo-da-índia, promovendo um halo de inibição satisfatório. O produto por fim apresentou um pH ideal para uso na pele, textura, aparência e aroma agradável.

Considera-se, portanto, o estudo realizado na instituição Etec Prof. Armando José Farinazzo, conduzido dentro do laboratório de química e microbiologia, que foi possível identificar a ação antimicrobiana dos princípios ativos em testes *in vitro*, uma vez que há lesgilações que regem os testes *in vivo* em seres humanos. Logo, na possibilidade da continuidade deste trabalho, será necessária uma permissão para caso haja testes futuros nesse meio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, C.F.; QUIRINO, Z.G.M.; BRUNO, R.L.A. **Estudo farmacobotânico de partes aéreas vegetativas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi, *Anacardiaceae*)**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 45–52, jan./mar. 2015. DOI: 10.1590/1983-084X/11_090. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbpm/a/d9rKXwDQY78cthTXH588CGh/>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

AFFONSO, A. et al. **Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial do Cravo da Índia**. Revista Virtual de Química, Rio de Janeiro, Brasil, v. 4, n. 2, p. 146-161, maio. 2012. Disponível em: <<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/254>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira: 2ª edição, revisão 02**. Brasília: Anvisa, 2012. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/formulario-nacional/arquivos/8065json-file-1>>. Acesso em: 25 nov. 2025.

BRITANNICA SCIENCE. ***Staphylococcus aureus***. Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/Staphylococcus>>. Acesso em: out. 2025.

BOUCHELANGHEM, S. **Propolis characterization and antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*: A review**. ScienceDirect. Pécs, v. 29, n. 4, p. 1936 – 1946, abril. 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X21010287#s0030>>. Acesso em: set. 2025.

CARBAJAL, C. et al. **Evaluación del efecto antimicrobiano in vitro del propolis “Propóleos de Tres Regiones del Sur del Perú sobre el crecimiento de *Candida albicans*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomona aeruginosa***. Universidad Católica de Santa María. 2016. Disponível em: <https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_6ddfcfeedc9fbf30e52080a8248310f> Acesso em: set. 2025

CHAPUT, C.; BONECA, I. G. **Peptidoglycan detection by mammals and flies**. ScienceDirect., Berlin, v. 9, n. 5, p. 637 – 637, abril. 2007. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/topics/immunology-and-microbiology/peptidoglycan#:~:text=Nome%20e%20Hist%C3%B3ria,demonstraram%20experimentalmente%20apresentar%20atividade%20NAMLAA>>. Acesso em: set. 2025.

COELHO, Pedro. **Flavonoides – Flavonas e Flavonóis**. Engquimicasantosp – Blog de Engenharia Química, 14 fev. 2014. Disponível em: <http://engquimicasantosp.com.br/2014/02/flavonoides-flavonas-e-flavonois.html>

COSTAS, L. **Aroeira é boa para infecções e inflamações: como usar e fazer chá poderoso**. VivaBem Uol., janeiro. 2024. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/vivabem/faq/cha-de-aroeira-para-que-serve-e-como->

fazer.htm?cmpid=copiaecola<https://www.uol.com.br/vivabem/faq/cha-de-aroeira-para-que-serve-e-como-fazer.htm>>. Acesso em: ago. 2025.

CREAMY. **Propilenoglicol**: o que é, para que serve e quais os seus benefícios? Creamy, [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.creamy.com.br/glossario/propilenoglicol>. Acesso em: 04 ago. 2025.

DEVI, K. D. et al., **O eugenol (um óleo essencial de cravo) atua como um agente antibacteriano contra a Salmonella typhi, rompendo a membrana celular**. Revista de Etnofarmacologia., v.130, n.1, p.107-115, julho. 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874110002564?via%3Dihub>>. Acesso em: 24 jun 2025.

ENDLER, A. et al., **TESTE DE EFICÁCIA DA PRÓPOLIS NO COMBATE A BACTÉRIAS PATOGÊNICAS DAS VIAS RESPIRATÓRIAS**. Publ. UEPG Ci. Biol. Saúde, Ponta Grossa, 9 (2): 17-20, jun.2003. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/biologica/article/view/360/368>> Acesso em: ago. 2025.

FERNANDES, A. et al., **Atividade antimicrobiana de própolis de Apis mellifera obtidas em três regiões do Brasil**. v.36, n.1, p.294-297, jan-fev, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/tMK9LCDqscCgWD8JwfNDh7K/?lang=pt>> Acesso em: set. 2025.

FOSTER, T. J. **Staphylococcus aureus**. ScienceDirect., Dublin, v. 2, s.n, p. 839 – 888, Setembro. 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780126775303502580>>. Acesso em: ago. 2025.

GOMES, P. R. B. et al. **Caracterização química e citotoxicidade do óleo essencial do cravo-da-índia (Syzygium aromaticum)**. Rev. Colomb. Cienc. QQuím. Farm., Bogotá, v. 47, n. 1, p. 37-52, jan/abr. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0034-74182018000100037&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 24 jun. 2025.

GUIMARÃES, D. O.; MOMESSO, L. S.; PUPO, M. T. **Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes**. Scielo., Riberão Preto, v. 33, n. 3, p. 667–679, Agosto. 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/dhKT3h4ZxxvsQdkzyZ4VnpB/>>. Acesso em: ago. 2025.

INFINITY PHARMA. **AMP ULTRA PC 2000 AGENTE DE NEUTRALIZAÇÃO**. Disponível em: <<https://www.infinitypharma.com.br/wp-content/uploads/2023/06/AMP-Ultra-PC-2000.pdf>>. Acesso em: set. 2025.

JUNIOR, V.; PINTO, A.; MACIEL, M. **Plantas medicinais: cura segura? Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519-528, jun. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000300026>. Acesso em: 24 jun. 2025.

LEMOS, Cecília Guimarães; VALE, Jean P. C. do; FERREIRA, Maria Kueirislene Amâncio; SANTOS, Hélcio Silva dos. **Avaliação da atividade locomotora e teste de toxicidade do eugenol utilizando zebrafish (Danio rerio) adulto.**

ResearchGate, ago. 2021. Disponível em:

https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estrutura-quimica-do-eugenol_fig1_362640121 Acesso em: 25 nov. 2025.

L'ORÉAL. **Fenoxietanol.** Por Dentro dos Nossos Produtos. 2023. Disponível em: <https://por-dentro-dos-nossos-produtos.loreal.pt/ingredients/fenoxietanol>. Acesso em: 04 ago. 2025.

MACIEL, L.; MIYASAKA, N. **Avaliação do uso do álcool em gel para antissepsia das mãos.** São Paulo. 2017. Disponível em:

<<https://connect.itf.edu.br/galeria/getImage/768/1741291587211242.pdf>>. Acesso em: ago. 2025.

MAZZAFERA, P. **Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol.** Revista Brasil. Bot, Campinas, v. 26, n. 2, p. 231-238, jun. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbb/a/xXY8YPPy5GjYpvQ3HwTrGKL/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: set. 2025.

MEDEIROS, L. A. de S.; RODRIGUES, J. A. S.; FERRAZ, A. B. F. **Análise sobre a resistência bacteriana e o uso indiscriminado de antibióticos.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 10, p. 101343–101357, 2021. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/46808>>. Acesso em: jun. 2025.

MENEZES, H. **PRÓPOLIS: UMA REVISÃO DOS RECENTES ESTUDOS DE SUAS PROPRIEDADES FARMACOLÓGICAS.** Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.72, n.3, p.405-411, jul./set., 2005. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/aib/a/FmZNzDD5zCqqCBjMmcgdJmf/?format=html&lang=pt>> . Acesso em: ago. 2025.

MERCK. **DL-Limoneno: mixture of D- and L-form (~1:1) for synthesis; (1S)-(-)- α -Pinene for synthesis; α -felandreno for synthesis [2025].** Disponível em: https://merckmillipore.com/BR/,MDA_CHEM-814546

MONTEIRO M. H. D. A. et al. **Óleos essenciais terapêuticos obtidos de espécies de Melaleuca L. (Myrtaceae Juss.).** Revista Fitos., Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, set. 2014. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/19213>>. Acesso em: 24 jun 2025.

NICÁCIO, P. H. M. **Pomada à base de poli(3-hidroxibutirato) (phb) e bioativo natural – óleo essencial de cravo da índia – visando aplicação em feridas cutâneas.** 2019. 49 f. trabalho de conclusão de curso (Especialização) - Curso de tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/25148/1/POMADA%20%C3%80%20BASE%20DE%20POLI%283-HIDROXIBUTIRATO%29%20%28PHB%29%20E%20BIOATIVO%20NATURAL%20>

%E2%80%93%20%C3%93LEO%20ESSENCIAL%20DE%20CRAVO%20DA%20%C3%8DN.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2025.

OLIVEIRA, L. **EFEITO INIBITÓRIO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ALFAVACÃO (*Ocimum gratissimum* L.) E CRAVO-DA-ÍNDIA (*Syzygium aromaticum* L.) E DO SUCO DE LIMÃO (*Citrus latifolia* Tanaka) FRENTE ÀS BACTÉRIAS *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* ISOLADAS DE CARCAÇAS DE OVINOS**. 2011. 97 f. Tese (Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia) - Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.

PEREIRA, T. et al., **Assistência ao paciente com tuberculose na atenção primária à saúde: uma revisão integrativa**. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, Umuarama, v. 27, n. 7, p. 3247–3263, 2023. DOI: 10.25110/arqsaude.v27i7.2023-001. Disponível em: <<https://unipar.openjournalsolutions.com.br/index.php/saude/article/view/9930>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

PHARMA SCALABIS. s.d. **Cravo-da-Índia: Propriedades Medicinais e Usos na Alimentação**. Disponível em: <<https://www.pharmascalabis.com/artigo/cravo-da-india-propriedades-medicinais-e-usos-na-alimentacao/?srsltid=AfmBOopDaiQd203lGxsKGZCd-tGxHpTYdzCAMNIVgPCrtsUuXm9egsXC>>. Acesso em: ago. 2025.

PINHEIRO, D. et al., **POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DA AROEIRA VERMELHA**. Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA-UFMS- Três Lagoas v. 13 n. 1, p.25-37, Julho/Dezembro de 2021. ISSN: 2447-8822. Disponível em: <<https://periodicos.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/13282>> Acesso em: set. 2025.

SANTOS, A. L. et al., **Staphylococcus aureus: visitando uma cepa de importância hospitalar**. Scielo., Rio de Janeiro, v. 43, n. 6, p. 413–423, dezembro. 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/jbpml/a/gHvPXyhgbzWt69YKxGqPFHk/>>. Acesso em: ago.2025

SARACINI, J. **DESENVOLVIMENTO DE GEL ANTIMICROBIANO UTILIZANDO COMO PRINCÍPIO ATIVO VIDROS BORO FOSFATO DE POTÁSSIO**. Paraná. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/7279>>. Acesso em: set. 2025.

SCHERER, R. et al.,. **Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 11, n. 4, p. 442–449, 2009.

SILVA, João da; ALMEIDA, Maria de; COSTA, Pedro J. **Mecanismo de ação de *Schinus terebinthifolius* (aroeira-vermelha) contra *Staphylococcus aureus***. Revista Brasileira de Farmacognosia, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 123–132, 2022. DOI: 10.1590.

SILVESTRI, J. D. F. et al. **Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.)**. Rev.Ceres., Viçosa, V.57, n.5, p.589-594, set./out. 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rceres/a/tgjGTK5Lj95w5HdfHMPnN9N/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 24 jun. 2025.

TAYLOR, T. A.; UNAKAL, C. G. **Staphylococcus aureus Infection**. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441868/>>. Acesso em: 09 jun. 2025.

TULSTRUP, M. et al. **Antibiotic Treatment Affects Intestinal Permeability and Gut Microbial Composition in Wistar Rats Dependent on Antibiotic Class**. PLoS ONE 10(12): e0144854. doi:10.1371/journal.pone.0144854. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4686753>>. Acesso em: ago. 2025.

UVD ROBOTS. **Understanding *Staphylococcus aureus*: What You Need To Know**. Disponível em: <<https://uvd.blue-ocean-robotics.com/us-blog/understanding-staphylococcus>>. Acesso em: set. 2025.

VERDI NATURAL. **EDTA: o que é, função nos cosméticos e uso seguro**. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.verdinatural.com.br/o-que-e-edta-nos-cosmeticos>. Acesso em: 04 ago. 2025.