

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA  
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL  
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE: INTEGRADO)**

**AÇÃO BACTERICIDA DO ÓLEO EXTRAÍDO DO CRAVO-DA-ÍNDIA EM  
CONTATO COM TECIDO DE ALGODÃO**

**CAROLINE LAVA  
MARIELA BANDEIRA SCHMIDT  
NATIELI JAINE SIMON  
TAINARA DESIDERIA WENDORFF**

**JARAGUÁ DO SUL  
2016**

CAROLINE LAVA  
MARIELA BANDEIRA SCHMIDT  
NATIELI JAINE SIMON  
TAINARA DESIDERIA WENDORFF

**AÇÃO BACTERICIDA DO ÓLEO EXTRAÍDO DO CRAVO-DA-ÍNDIA EM  
CONTATO COM TECIDO DE ALGODÃO**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Msc. Elder Correa Leopoldino

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Luciana Pinheiro

Coordenadora: Prof<sup>a</sup>. Msc. Ana Paula Souza Duarte

JARAGUÁ DO SUL

2016

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura molecular da celulose.....	9
Figura 2 - Ilustração da árvore da família mirtácea, dos galhos e do cravo-da-índia.....	10
Figura 3 - Estrutura química do 4-alil-2-metoxifenol (eugenol).....	13
Figura 4 - Bactéria gram-negativa (esquerda) e bactéria gram-positiva (direita).....	15
Figura 5 - Diagrama dos procedimentos e metodologia do grupo.....	20

## SUMÁRIO

<b>1. TEMA</b>	4
<b>2. DELIMITAÇÃO DO TEMA</b>	4
<b>3. PROBLEMA</b>	4
<b>4. HIPÓTESES</b>	4
<b>5. OBJETIVOS</b>	4
5.1. Objetivo geral	4
5.2. Objetivos específicos	5
<b>6. JUSTIFICATIVA</b>	5
<b>7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	6
7.1. Indústria têxtil	6
7.1.1. Beneficiamentos Têxteis	7
7.2. Algodão	7
7.3. Cravo-da-índia ( <i>Syzigium aromaticum</i> )	9
7.3.1. Composição química das folhas de <i>Syzigium aromaticum</i>	11
7.3.2. Eugenol	12
7.4. Bactérias	14
7.4.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	15
<b>8. METODOLOGIA</b>	17
8.1. Materiais e métodos	17
8.1.1. Extração do óleo essencial	17
8.1.1.1. Extração por Soxhlet	17
8.1.1.2. Extração por arraste a vapor	18
8.1.2. Preparação do tecido e cultivo das bactérias	18
8.1.3. Análise dos resultados	19
<b>9. CRONOGRAMA</b>	20
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	20

## 1. TEMA

Ação bactericida do óleo extraído do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) em contato com tecido de algodão.

## 2. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Avaliar o potencial do óleo essencial extraído do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) na ação bactericida sobre a bactéria *Staphylococcus aureus* quando submetido a um tecido 100% algodão.

## 3. PROBLEMA

O óleo extraído do cravo-da-índia tem ação bactericida quando inserida no tecido 100% algodão?

## 4. HIPÓTESES

- As técnicas de extração utilizadas forneceram a quantidade de óleo essencial suficiente para os testes;
- O teor de óleo essencial total extraído do cravo-da-índia será superior a 10%;
- O crescimento da bactéria *Staphylococcus aureus* no tecido que contém o óleo essencial do cravo-da-índia é menor em relação ao tecido que não contém o óleo;
- A utilização do óleo essencial extraído do cravo-da-índia como agente bactericida é eficaz no tecido 100% algodão;
- Os tecidos mostrarão a diferença da interrupção da proliferação das bactérias mudando a coloração dos mesmos.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivo geral

Verificar a ação bactericida do óleo essencial extraído do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) no tecido 100% algodão.

## 5.2. Objetivos específicos

- Extrair o óleo essencial do cravo-da-índia a partir dos métodos Soxhlet e arraste a vapor;
- Realizar o experimento em triplicata das amostras com óleo essencial (amostra 1) e sem o óleo essencial (amostra 2);
- Verificar qualitativamente se houve ou não o crescimento da bactéria *Staphylococcus aureus* nas amostras 1 e 2;
- Comparar a olho nu a atividade bactericida do óleo extraído do cravo-da-índia entre as colônias de bactérias *S. aureus* das amostras 1 e 2;
- Detalhar os dados obtidos através de gráficos, tabelas e diagramas.

## 6. JUSTIFICATIVA

*Syzygium aromaticum*, popularmente conhecido como cravo-da-índia é uma árvore perene de origem indonesiana muito utilizada para atividades culinárias devido ao seu aroma e sabor intrínsecos, e, especialmente para atividades terapêuticas (AFFONSO *et al.*, 2012), uma vez que possui propriedade antibacteriana, antifúngica entre outras.

O principal composto do cravo-da-índia, chamado de eugenol (4-alil-2-metoxifenol), que compõe cerca de 80% da sua constituição química é o maior responsável por conceber a planta suas propriedades bactericidas e fungicidas (NASSER *et al.*, 1983). Testes apontam que o óleo essencial do cravo-da-índia possui alta atividade inibitória contra cepas da *Staphylococcus aureus* resistentes à penicilina G e outros medicamentos antibacterianos (PÉREZ *et al.*, 1994), fato que a diferencia de outras plantas com tais características.

A bactéria *Staphylococcus aureus* é uma das grandes causadoras do mau odor do corpo, localizada, sobretudo na pele. É inofensiva, porém pode facilmente se tornar prejudicial à saúde caso penetre na corrente sanguínea através de sangue exposto ou por via bucal, desencadeando assim diversos tipos de infecções dentro do organismo (PEREIRA *et al.*, 2008). Crianças e praticantes de esportes tem maior tendência em desenvolver uma enfermidade originada pela *Staphylococcus aureus*, pois estão habituados a um alto teor de transpiração com mais frequência, visto que

bactérias, fungos e vírus, mediante a presença da umidade e do calor, são os que causam a geração de odores desagradáveis, e, ao mesmo tempo, podem ocasionar a descoloração do tecido. Tecidos tratados com produtos antibacterianos possuem a característica de inibir os micro-organismos que penetram nos tecidos após um tempo, contudo, existem produtos naturais como aqueles que possuem ação característica do eugenol, que tendem a diminuir a proliferação de bactérias (SÁNCHEZ, 2006).

O presente trabalho visa à utilização do óleo essencial extraído do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) como antibacteriano no Tricoline Amati (100% de algodão), tecido de fibra natural muito recomendado para regiões de ambiente quente e úmido, clima que engloba grande parte do Brasil. Contudo, este estudo pode ser de interesse para a indústria têxtil que está continuamente buscando maneiras para a prevenção de doenças e promovendo o bem-estar da população.

## **7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **7.1. Indústria têxtil**

A predominância das indústrias têxteis na região do norte de Santa Catarina teve como fator cooperativo a localização de algumas manufaturas internacionais conhecidas, tornando o Vale do Itapocu uma região com consolidação têxtil (COIMBRA, 2013). Conforme as indústrias se consolidavam na região, esta teve o desenvolvimento econômico associado ao fluxo migratório de trabalhadores, tal fluxo se deve a empresas proeminentes no ramo têxtil e pela alta qualidade de vida que a cidade possui conforme a Secretária de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (2013).

Segundo Martins de Souza (2012) as indústrias têxteis tiveram um avanço considerável nos últimos anos. Diante da concorrência do mercado atual, as empresas do ramo têxtil procuram aperfeiçoar sua produção até gerar produtos com maior garantia, qualidade e conforto para o consumidor e produtos antibacterianos tendem a agregar maior valor. Portanto, quando se trata de uma região onde predominam indústrias têxteis (Jaraguá do Sul), tal projeto tem como objetivo estudar e reconhecer uma das formas de tratar o tecido para que este propicie maior conforto e eficiência no combate aos agentes nocivos à saúde.

Produtos têxteis que utilizam agentes antibacterianos possuem controle sobre os odores causados pela transpiração do corpo humano, agindo também na interferência das bactérias em sua proliferação pele-tecido-ambiente. As fibras do tecido absorvem a umidade da pele, isto proporciona um ambiente úmido que beneficia a maior existência das bactérias (CLEMO, 2005).

#### 7.1.1. Beneficiamentos Têxteis

A área industrial se refere a transformação da matéria prima em bens de consumo, entretanto, setores industriais que compõem a indústria têxtil tratam de um conjunto de características técnicas e estéticas exigidas pelo consumidor (SOUZA, 2012). Os produtos têxteis quando produzidos, possuem características brutas, que os tornam aptos a sofrerem certas modificações. Segundo Medeiros, estas modificações se referem aos beneficiamentos têxteis, tais sugerem que as fibras e fios passem por processos onde permaneçam livres de impurezas e colorações indesejáveis. O processo como um todo foi dividido em três áreas, estas são: Beneficiamento primário, secundário e terciário.

Segundo Medeiros, o beneficiamento primário envolve a utilização de processos preparatórios para coloração que o tecido deverá receber, e nesta categoria está a mistura de fibras, ou fibras sozinhas, e entre elas estão as fibras celulósicas e o algodão. As fibras celulósicas passam por tratamentos que ocorrem em meio alcalino (hidróxido de sódio) e detergente, com a finalidade de remover impurezas. O beneficiamento secundário se trata da coloração do substrato têxtil. Por final, a terceira parte do beneficiamento têxtil se refere aos processos que modificam as características físico/químicas do tecido a fim de torná-lo próprio ou mais adequado ao destinatário, como por exemplo, a inserção do óleo essencial do cravo-da-índia.

#### 7.2. Algodão

Segundo Oliveira, a lã e o poliéster possuem uma demanda crescente na utilização de sua matéria prima. Não obstante, o algodão, além de possuir dependência externa, também é um produto incluso no dia-a-dia da população brasileira que vive em um país majoritariamente tropical, onde o tecido feito de algodão permite a transpiração, dando maior bem-estar para quem o emprega. Isto se deve também ao conforto fornecido por tecidos 100% algodão. Portanto, entre as matérias-primas mais empregadas o algodão encontra-se entre os mais demandados.

Fibras têxteis são elementos classificados em químicos ou naturais e possuem aspectos que possibilitam a formação do fio, como flexibilidade, resistência e suavidade. Fibras naturais podem ser encontradas na natureza, enquanto fibras químicas são obtidas por operações industriais. Entre as fibras químicas, há também a divisão em artificiais e sintéticas. As primeiras são produzidas de elementos naturais, inclusive utilizando a celulose, já as fibras sintéticas possuem elementos sintéticos (ROMERO, *et al.*, 1995).

A primeira fonte de celulose purificada foi o linter de algodão, a matéria que resta após todo procedimento de descaroçamento e purificação do algodão, portanto a celulose é a fibra restante na semente do algodão. Já dentre as fibras artificiais tem basicamente o raiom viscose e o raiom acetato. As fibras sintéticas, acrílico, náilon, poliéster, polipropileno e a fibra elastomérica são originárias da petroquímica. Apesar da variedade de fios, o algodão puro ou em combinações é um dos fios mais requeridos por indústrias, tornando as fibras poliéster e algodão as mais reconhecidas (ROMERO, *et al.*, 1995).

O algodoeiro, planta do gênero *Gossypium* produz uma matéria envolta as sementes da planta, chamada de algodão. O algodão possui fibras, onde as quais são pelos originados das sementes que se encontram no meio das flores do algodão, e na etapa em que a flor se abre, as fibras do algodão aparecem. Entretanto, têm-se um período que se deve esperar até que seja necessário colher o algodão, esse período pode ser definido pela camada fina na parede da célula quando a fibra está seca, a celulose (FERREIRA, *et al.*, 2003).

A celulose presente no algodão possui um papel muito importante, afinal, após as etapas de purificação deste, é a substância que se encontra em maior quantidade, ou seja: produto final (FERREIRA, *et al.*, 2003.). Referindo-se a substância pura, a celulose possui fórmula empírica de  $(C_6H_{10}O_5)$  e sua fórmula estrutural tem maior representação nas fibras de Rami, que é onde se encontram mais organizadas, portanto: a forma como estão ligadas, as moléculas se encontram em um formato espiral, o óleo na celulose fica preso entre as estruturas. Portanto a fixação não intervém (Figura 1).

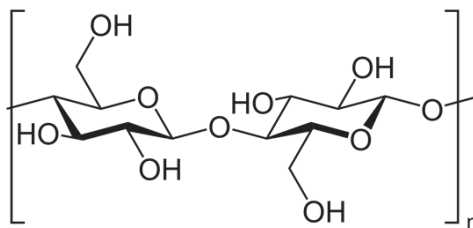


Figura 1 - Estrutura molecular da celulose.  
Fonte: elaborado pelo autor.

Decorrente da variedade de produtos que contenham tecidos ou prendas inteligentes, as indústrias optam por fibras químicas, apenas porque tais fornecem uma variedade maior de modificação. Fibras naturais sejam as mais recorridas, o algodão ainda se encontra em expectativas para melhorias relacionadas a bactérias. Os procedimentos que envolvem modificações nas fibras são realizados através de micro-encapsulação, de maneira eletrônica e nano tecnológica. Dentro da classificação dos micro-encapsulados estão presentes produtos que possuam características antimicrobianas, têxteis, cosméticos e fotocromáticos. Porém, apesar dos tratamentos conhecidos que visam qualidade de higiene nas roupas, tais possuem elevado custo (SÁNCHEZ, 2006).

Um dos tratamentos fornecidos por indústrias têxteis é conhecido como Trevira GmbH com as fibras bioativas, sob duas formas: a Trevira Perform, para aqueles artigos bioativos de baixo *pilling*; e Trevira CS, para os artigos dificilmente inflamáveis. Essas fibras são fabricadas com base no fenômeno conhecido de que a presença de íons metálicos. No caso da Trevira, são empregados íons de prata como componente ativo para obter o efeito antimicrobiano. Tratamentos especializados em tecidos antimicrobianos possuem alto custo, e não são reconhecidos em grande escala no Brasil, portanto, têm-se a confirmação de que algumas plantas produzem características parecidas com as utilizadas em tratamentos antimicrobianos. (SÁNCHEZ, 2006).

### 7.3. Cravo-da-índia (*Syzigium aromaticum*)

O cravo-da-índia é uma gema floral seca da família das mirtáceas (*Myrtaceae*) (Figura 2), sendo o óleo essencial puro e seus derivados os produtos mais populares da planta no mercado. Seu óleo essencial é formado basicamente de eugenol, acetato de eugenila e  $\beta$ -cariofileno (RAINA, 2001; ATTOKARAN, 2011). Estudos apontam que o cravo-da-índia detém propriedades antimicrobianas, antioxidantes,

antimutagênicas, anti-inflamatórias, antitrombóticas, anticarcinogênicas, inseticidas, antialérgico, antidiabéticas, antivirais, antitumorais e antiparasitas (LAROQUE, 2014).



Figura 4 - Ilustração da árvore da família mirtácea, dos galhos e do cravo-da-índia.  
Fonte: <http://www.medicinapratica.com.br/wp-content/uploads/2012/11/Cravoindia.jpg>

Óleos essenciais (também chamados óleos etéreos, porque eles evaporam quando expostos ao calor, em contraste com óleos fixos) são líquidos odoríferos voláteis encontrados apenas em 10% do reino vegetal e estão contidas geralmente nas cavidades secretoras ou nos dutos de resina das plantas. O teor de óleo essencial total das plantas é geralmente muito baixo, e raramente excede 1%, mas em alguns casos, por exemplo, cravo-da-índia e noz-moscada (*Myristica fragrans*), o percentual atinge mais de 10%. Os óleos essenciais são hidrofóbicos, são solúveis em álcool, não polares ou solventes fracamente polares, levemente solúveis em água. A maioria é incolor ou amarelo pálido com densidade inferior à da água (AFFONSO *et al.*, 2012).

Pesquisadores afirmam que o óleo de cravo-da-índia é um antifúngico relativamente eficaz contra fungos prejudiciais à saúde, como algumas espécies de *Candida*, fungos resistentes à fluconazol (antimicótico) e dermatófitos (LAROQUE, 2014).

Sabahat e Perween (2008) concluíram que o óleo de cravo-da-índia possui propriedade antibacteriana com um estudo envolvendo 100 bactérias gram negativas de dez espécies diferentes (*Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogene*, *Klebsiella ozaenae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae* e *Vibrio cholerae*), apresentando forte inibição no desenvolvimento de todas as bactérias testadas. O óleo de cravo-da-índia também se mostrou um forte antioxidante através de diversos

estudos (LIS-BALCHIN, *et al.*, 1998; DORMAN *et al.*, 2000; SHAN, *et al.*, 2005), permitindo sua utilização como conservante.

A extração do óleo essencial do cravo-da-índia pode ser realizada a partir de uma destilação simples, que é um processo pelo qual dois líquidos com diferentes pontos de ebulição podem ser separados. À medida que o líquido a ser destilado é aquecido, compostos purificados irão ferver, e, assim, transformar-se em vapor, ao longo de um intervalo de temperatura relativamente pequeno. Porém, se a produção for à larga escala o método de extração mais viável se torna a destilação por arraste de vapor, usada para isolar um óleo essencial a partir de qualquer folha vegetal. O procedimento envolve a destilação de uma mistura de material vegetal e água para se obter o óleo, extraíndo o óleo da água, e, em seguida, o isolamento do óleo a partir do solvente de extração (AFFONSO *et al.*, 2012; ROITMAN, 2002).

#### 7.3.1. Composição química das folhas de *S. aromaticum*

O estudo feito por Neves *et al.*, (2009) mostra conforme o quadro 1 os componentes da folha do cravo-da-índia coletada na Bahia. Para conseguir o óleo essencial das folhas, os profissionais utilizaram da técnica de hidrodestilação, processo no qual uma mistura de vapor ou líquido de duas ou mais substâncias é separado em frações de componentes para se obter maior pureza dos produtos, pela aplicação e remoção de calor. Após a extração do óleo foi perpetrada a análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC\MS), alcançando os seguintes dados:

Tabela 1 - Constituintes químicos das folhas de *S. aromaticum*.

Compostos	I.R.a	I.R.b	%
Limoneno	1020	1024	0,48
Linalool	1096	1095	0,32
Citronellal	1144	1148	0,22
$\alpha$ -terpineol	1188	1186	0,09
Eugenol	1362	1356	79,02
Cis-cariofileno	1420	1417	12,58
Cis-thujopseno	1430	1429	0,04
$\alpha$ -humuleno	1450	1452	2,04

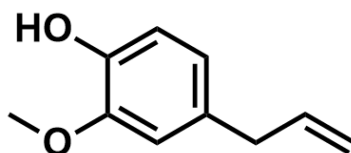
<b>Beta-bisaboleno</b>	1502	1505	0,09
<b>Acetato de eugenila</b>	1521	1521	0,29
<b>Longicanfenilona</b>	1547	1562	0,11
<b>Álcool cariofilenil</b>	1569	1570	0,14
<b>Oxido de cariofileno</b>	1579	1582	1,18
<b>Khusimona</b>	1600	1604	0,07
<b>Epóxido de humuleno II</b>	1605	1608	0,15
<b>1-epi-cubenol</b>	1625	1627	0,03
<b>Cariofila-4(12),8(13)dien-5 <math>\alpha</math>-o</b>	1638	1639	0,49
<b>14-hidroxi-trans-cariofileno</b>	1662	1666	0,56
<b>Khusinol</b>	1678	1679	0,50
<b>Hexadecanoato de etila</b>		1992	0,05
<b>n-tetracosano</b>	1985	2400	0,51
<b>Identificados</b>			98,96
<b>Não identificados</b>			1,04
<b>Total</b>			100

I.R.a = índice de retenção calculado; I.R.b = índice de retenção da literatura

Fonte: <http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/r0192-1.pdf>

### 7.3.2. Eugenol

O 4-alil-2-metoxifenol ( $C_{10}H_{12}O_2$ ) (Figura 3) popularmente chamado de eugenol é um metabólito fabricado por várias plantas da classe fenilpropanoides, notório por sua presença profusa no óleo essencial do cravo-da-índia, proporcionando a planta seu cheiro característico. Possuindo uma massa molar de  $164,20 \text{ g.mol}^{-1}$ , ponto de fusão de  $-7,5 \text{ }^\circ\text{C}$  e ponto de ebulição de  $254 \text{ }^\circ\text{C}$ , o eugenol é um líquido fenólico fracamente ionizável conhecido por seu poder antioxidante, bactericida, anestésico e anti-inflamatório. (AFFONSO *et al.*, 2012). Tem como isômero o isoeugenol, utilizado na indústria cosmética e farmacêutica como parte composicional de diferentes fragrâncias (TANGERINO, 2006).



**eugenol**

Figura 7 - Estrutura química do 4-alil-2-metoxifenol (eugenol).

Fonte: criada pelo grupo.

Figura 8 - Bactéria gram-negativa (esquerda) e bactéria gram-positiva (direita). Figura 9 - Estrutura química do 4-alil-2-metoxifenol (eugenol).

Fonte: criada pelo grupo.

O eugenol possui propriedade antioxidante devido a sua hidroxila fenólica que é capaz de interferir nas reações em cadeia, sequestrando o  $O_2$  ativo e assim impossibilitando o processo de peroxidação lipídica acarretado por diferentes espécies reativas de oxigênio, mais conhecidas como radicais livres, capazes de agredir os tecidos celulares (AFFONSO *et al.*, 2012).

Por ser um antioxidante natural, o eugenol detém vantagem em relação aos antioxidantes sintéticos relativo à toxicidade, que apesar de não ser nula é menos prejudicial aos tecidos do que os produtos sintéticos (GUHA, PRIYADARSINI, 1999).

Concentrações baixas de eugenol bloqueiam a atividade nervosa de modo reversível, oferecendo efeito analgésico e anestésico. É bastante utilizado em diversos tratamentos, especialmente dentários, para inibir a dor. Não obstante, a exposição a altas concentrações ( $10^{-2}$  a  $10^{-3}$  mol/L) de eugenol impede irreversivelmente a condução nervosa apresentando um efeito neurotóxico (ESCOBAR, 2002).

Apesar de sua corrente utilização, o eugenol pode acarretar, quando utilizado em altas concentrações, em diferentes tipos de toxicidade, como danos diretos aos tecidos, dermatites, reações alérgicas e disfunções hepáticas. A severidade do dano é proporcional ao tempo de exposição, dose e concentração do fenol. O eugenol puro ou em concentrações superiores a  $10^{-4}$  mol/L inibe a migração celular e modifica a síntese das prostaglandinas afetando a respiração celular, atividade mitocondrial e alteração da atividade enzimática da membrana celular (TANGERINO, 2006).

Para DEVI *et al.* (2010, *apud* AFFONSO *et al.*, 2012), a explicação da eficiência do eugenol no combate às bactérias se deve a sua fácil penetrabilidade na membrana plasmática da bactéria, causando seu rompimento e aumentando o nível de sua permeabilidade seletiva não específica, desta forma gerando um

extravasamento do conteúdo celular, provocando a destruição da bactéria. Substâncias com a capacidade de destruir a membrana celular da bactéria são de extrema importância para fins medicinais, pois tem menor probabilidade de selecionar bactérias resistentes.

#### 7.4. Bactérias

O corpo humano é habitado por milhares de diferentes tipos de espécies bacterianas, algumas vivendo de forma transitória em relação as outras (MURRAY *et al.*, 2006, p. 2). A maioria das bactérias que habitam o ambiente que nos cerca não são patogênicas, contudo, existem outras bactérias que podem causar doenças que prejudicam a saúde humana, sendo bactérias microbiota, classificadas em microbiota da pele e a interna, no caso da boca e intestino. Estas bactérias causam doenças em casos específicos como baixa imunidade, feridas abertas e entre outros.

As bactérias são organismos procarióticos, sendo organismos unicelulares simples sem membrana nuclear, mitocôndria, corpúsculo de Golgi ou retículo endoplasmático, estes se reproduzem por divisão assexuada e sexuada. A parede da célula bacteriana é complexa, consistindo de uma, entre as duas formas básicas: parede celular de bactérias de gram-positiva com uma camada grossa camada de peptidoglicano, e parede celular de bactérias de gram-negativas com uma fina camada de peptidoglicano e uma membrana externa sobreposta. (MURRAY *et al.*, 2006, p. 2). Gram é uma técnica de coloração muito utilizada em bactérias para a identificação de gram-positiva e gram-negativa.

Na coloração de gram, as bactérias gram-positivas possuem tonalidade violeta, nesta o corante fica confinado numa estrutura grossa, entrecruzada e com aspecto de uma malha, sendo a camada de peptidoglicano que circunda a célula. As bactérias gram-negativas possuem uma fina camada de peptidoglicano que não retém o corante cristal violeta, tendo assim um contraste avermelhado (MURRAY *et al.*, 2006, p. 12). Estas bactérias, gram-positiva e gram-negativa (Figura 4), possuem estruturas internas parecidas, porém, suas estruturas externas são diferentes. Na figura 4 mostra a tonalidade das bactérias, sendo esta de gram-negativa e gram-positiva.

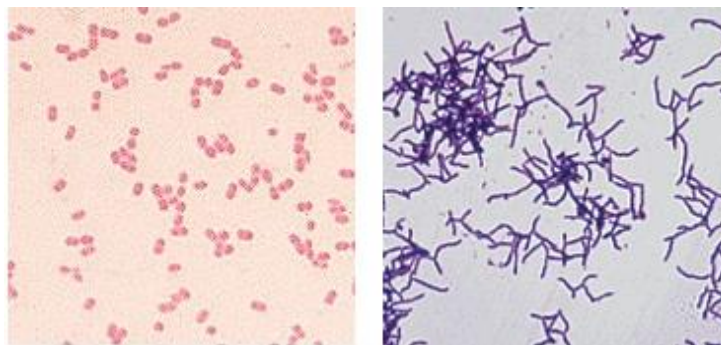


Figura 10 - Bactéria gram-negativa (esquerda) e bactéria gram-positiva (direita).  
Fonte: Biotech academy, 2015.

Figura 11 - Diagrama dos procedimentos e metodologia do grupo. Figura 12 -  
( Bactéria gram-negativa (esquerda) e bactéria gram-positiva (direita). ima para  
Fonte: Biotech academy, 2015.

a construção de proteínas, das estruturas e das membranas que pertazem a estrutura e o maquinário bioquímico da célula (MURRAY *et al.*, 2006, p. 25). As bactérias precisam sintetizar os aminoácidos, carboidratos e lipídios para serem utilizados na construção da célula. O requisito mínimo para o crescimento das bactérias consiste em fonte de carbono, nitrogênio, energia, água e vários íons (MURRAY *et al.*, 2006, p. 25).

As bactérias geralmente reproduzem-se assexuadamente por fissão binária. Nesse processo reprodutivo ocorre a replicação do cromossomo e uma única célula divide-se em duas; em seguida ocorre a divisão do cromossomo bacteriano replicado e o desenvolvimento de uma parede celular transversal (FERNANDES, VIEIRA, 2012). A fissão binária não é o único método reprodutivo assexuado entre as bactérias. Está também pode ocorrer por esporulação. Para as bactérias considera-se reprodução sexuada a troca de material genético entre as bactérias. Tal recombinação genética pode ocorrer por transformação, conjugação ou transdução (FERNANDES, VIEIRA, 2012).

#### 7.4.1. *Staphylococcus aureus*

O *Staphylococcus aureus* é uma bactéria esférica, do grupo dos cocos gram-positivos, frequentemente encontrada na pele e nas fossas nasais de pessoas saudáveis. Entretanto, pode provocar doenças, que vão desde uma simples infecção (espinhas, furúnculos e celulites) até infecções graves (pneumonia, meningite, endocardite, síndrome do choque tóxico, septicemia e outras) (SANTOS *et al.*, 2007).

De acordo com Santos *et al.*, 2007, o *Staphylococcus aureus* pode ser encontrado no ambiente de circulação do ser humano, além de estar presente em

diversas partes do corpo, como fossas nasais, garganta, intestinos e pele. Desses sítios anatômicos, as narinas possuem o maior índice de colonização, cuja prevalência é de cerca de 40% na população adulta. O mesmo é encontrado nas fossas nasais ou na pele de neonatos, crianças e adultos pode, a partir desses sítios, alcançar outras regiões da pele e das mucosas.

A *Staphylococcus aureus* é a segunda maior causa de meningites associadas a derivações ventriculoperitoneais, esta também é a bactéria mais comum também em infecções ósseas, artrites sépticas e infecções de próteses ósseas. (SANTOS *et al.*, 2007).

A relação do *Staphylococcus aureus* com infecções ósseas está no fato de essa bactéria ser capaz de expressar numerosas proteínas de superfície, denominadas adesinas, que permitem a adesão aos componentes da matriz óssea (fibronectina), laminina, colágeno, entre outros. Algumas cepas de *S. aureus* podem sobreviver intracelularmente em osteoblastos, às vezes metabolicamente inativas, tornando-se tolerantes à ação dos antibióticos. Além disso, o *S. aureus* pode formar biofilmes na superfície de materiais estranhos ao organismo, como cateteres endovenosos e próteses, que funcionam como locais protegidos contra a ação de antibióticos e do sistema imunológico do hospedeiro (SANTOS *et al.*, 2007).

As doenças provocadas pela *Staphylococcus aureus* podem ser decorrentes da invasão direta dos tecidos, de bacteremia primária ou, ser devidas às toxinas que ele produz. Tais infecções podem se localizar em um ou diversos sítios, sendo que, conforme localização e outras características, recebem diferentes designações, como foliculite (infecção do folículo piloso); sico (bicho-do-pé); carbúnculo; antraz; furúnculos localizados na região cervical posterior; hordéolo (terçol); hidradenite (inflamação das glândulas sudoríparas); e impetigo (SANTOS *et al.*, 2007). Os diferentes mecanismos e patologias fazem com que o *Staphylococcus aureus* possua várias características que não são encontradas em todas as cepas desse Gram-positivo, assim surgindo, no tempo em que são identificadas novas e diferentes propriedades patogênicas.

O *Staphylococcus aureus* contém ainda, na estrutura de sua parede celular, polissacarídeos e proteínas antigênicas, bem como outras moléculas importantes, as quais podem induzir uma resposta imunológica no hospedeiro (SANTOS *et al.*, 2007). Estão presentes também outras moléculas, tais como o ácido tecóico, o glicanopeptídeo, a proteína A, além da presença de cápsula e de adesinas. Estas

sendo fundamental também para a estrutura da parede celular da *Staphylococcus aureus*.

## 8. METODOLOGIA

### 8.1. Materiais e métodos

Será adquirido 1 m<sup>2</sup> de tecido 100% algodão, que poderá ser obtido no curso de malharia do IFSC - Campus Jaraguá do Sul - ou em outro estabelecimento. Por meio de um colaborador, sendo um laboratório de análises clínicas de Jaraguá do Sul, será adquirido apenas a bactéria *S. aureus*. Devido a maior concentração de óleo essencial, este será obtido a partir das folhas de cravo-da-índia em uma massa de aproximadamente 108g, compradas ou adquiridas por meio de doação. Serão usados alguns reagentes, como água destilada, hexano, éter etílico, sulfato de magnésio anidro (MgSO<sub>4</sub>), glicerina líquida e em barra, obtidos no laboratório de química do IFSC - Campus Jaraguá do Sul. Serão necessários diferentes utensílios, dentre eles vidrarias e equipamentos específicos, dos dois métodos de extração do cravo-da-índia e demais que serão utilizados para o cultivo das bactérias.

#### 8.1.1. Extração do óleo essencial

A extração do óleo no cravo-da-índia será feita a partir dos métodos por solventes (Soxhlet) e arraste a vapor, no laboratório de química do IFSC - Campus Jaraguá do Sul. A partir dos métodos de extração utilizados, o objetivo é adquirir o óleo essencial de maneira suficiente para todas as etapas do projeto, porém, até que se conclua as etapas anteriores, o óleo essencial deve ser mantido livre de impurezas. Por isto, o óleo deverá ser armazenado em recipientes de vidro vedado.

##### 8.1.1.1. Extração por Soxhlet

Conforme Ribeiro *et al.*, pelo método Soxhlet, a partir de uma balança analítica, serão pesados 50 g da amostra de cravo-da-índia obtido, onde após a pesagem serão transferidos para um cartucho de extração. Será feita a adição 200 mL de hexano ao balão. Este balão ficará acomodado dentro de uma manta aquecedora que será ligada, iniciando, assim, o processo de extração a uma velocidade de 20 ciclos/hora (1 ciclo/3 minutos) durante 4 horas e 15 minutos.

Segundo o mesmo autor, após a extração, com a manta desligada, será aguardado o resfriamento da mistura, e, em seguida, desconectado o tubo de extração Soxhlet do condensador e do balão de fundo chato. Com o auxílio de uma pinça, será retirado o material de dentro do tubo de extração e escoado todo hexano contido. Após todo o processo de extração, o hexano será colocado em um evaporador rotativo para ser evaporado.

#### 8.1.1.2. Extração por arraste a vapor

Para o método de arraste a vapor, serão utilizados cerca de 58 g de cravo-da-índia que irão ser triturados para a extração (SILVA *et al.*, 2011).

Para a realização da extração óleo serão colocados em um balão de duas bocas 350 mL de água destilada (gerador de vapor), pérolas de vidro e o cravo-da-índia, em seguida esse balão será colocado na manta aquecedora. Na primeira saída será colocado um funil de adição, para a reposição de água, e na segunda saída a junta de conexão para a retirada da emulsão água/óleo essencial até o segundo balão de extração.

Segundo Silva *et al.*, 2011, a purificação será feita utilizando 30 mL de éter etílico (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O) em 3x10 mL lavagem, com auxílio de um funil de separação, onde será adquirida a fase orgânica e descartada a fase aquosa. Após a separação será adicionado à mistura sulfato de magnésio, e por último essa mistura será filtrada. Ao final o éter será removido por evaporador rotativo.

#### 8.1.2. Preparação do tecido e cultivo das bactérias

Enquanto o tecido e o óleo essencial serão conservados em um saco plástico ziploc e vidro vedado, serão iniciadas as etapas posteriores. O tecido será cortado com aparatos em pequenos discos redondos de 1 cm de diâmetro, que serão inseridos com o óleo impregnado juntamente no meio de cultivo, sendo que o meio de reativação da bactéria e o cultivo da mesma será de acordo com o protocolo do laboratório, o mesmo utilizado por Pakuszewski (2007, p. 39). O mesmo experimento será realizado em triplicatas das amostras para se obter uma maior precisão dos resultados, sendo que as amostras 1 contém o óleo extraído do cravo-da-índia e as amostras 2 não contém.

As bactérias devem ser monitoradas em relação as amostras, de acordo com Pakuszewski (2007, p. 39), vão ser plaqueadas sobre agar sangue uma suspensão

de bactérias iguais em cada placa e homogeneizar com alça de Drigalski, simulando o método antibiograma, metodologia utilizada para verificar a eficácia de antibióticos em placas com bactérias. Depois de pôr os discos, será encubado as amostragens por 24h. Por fim, analisar os resultados obtidos através das amostras.

### 8.1.3. Análise dos resultados

Concluída estas etapas, deve-se observar a simulação do método antibiograma, onde o disco com óleo, espera-se que a bactéria não cresça próximo dele, formando um halo. Afinal, a bactéria foi espalhada por toda a placa e a tendência é formar um tapete de bactérias, mas se o óleo inibe o crescimento, perto dele ela não crescerá. Esta análise será qualitativa, e após esta etapa deve-se realizar todo processo de acordo com as normas padrões (tempo de reativação da bactéria, solução salina) que o laboratório de análises utiliza. Também será verificado se houve ou não fatores que puderam contribuir para que ocorressem mudanças nos tecidos, deve-se realizar uma comparação entre ambos os tecidos e confirmar ou refutar as nossas hipóteses.

Por fim, será utilizado suporte de imagens fotográficas, assim como a elaboração de tabelas, gráficos e diagramas com dados adquiridos, sendo intencionalmente para melhor compreensão. Serão realizadas triplicatas do experimento para melhor precisão dos resultados. Para facilitar o entendimento do processo que será realizado, foi elaborado um diagrama (Figura 5).

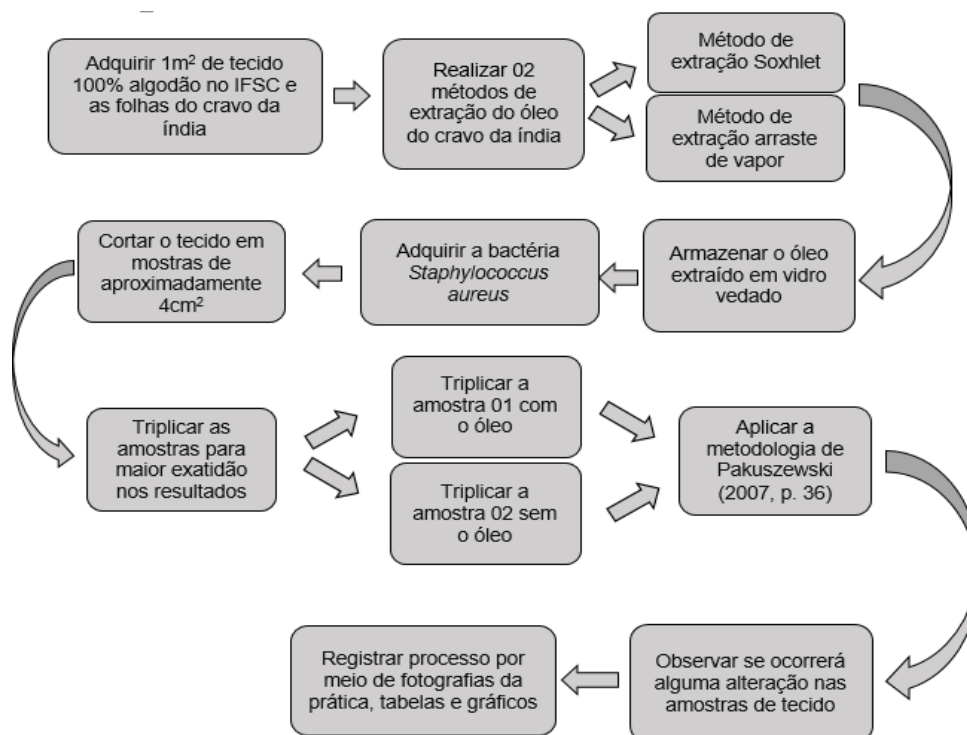


Figura 13 - Diagrama dos procedimentos e metodologia do grupo.  
Fonte: elaborado pelo autor.

## 9. CRONOGRAMA

	Abril	Mai	Junho	Julho
<b>Aprofundamento bibliográfico</b>	X	X	X	X
<b>Realizar a extração do cravo-da-Índia</b>	X	X		
<b>Preparação das amostras</b>		X		
<b>Análise dos tecidos</b>		X		
<b>Análise dos dados para a montagem do projeto final</b>		X	X	
<b>Formulação de um artigo científico</b>			X	X
<b>Apresentação do projeto final</b>				X

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, R. S.; RENNÓ, M. N.; SLANA, G. B. C. A.; FRANÇA. Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial de Cravo-da-Índia. Instituto Militar de Engenharia,

Seção de Engenharia Química, Divisão de Ensino e Pesquisa, Praça General Tibúrcio, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Rev. Virtual Quim. Volume 4, Número 2, p. 146-161. 2012; ATTOKARAN, M. Natural food flavors and colorants. USA: Blackwell Publishing Ltd. and Institute of Food Technologists, p. 145, 2011;

CLEMO, Barrie. Ultra-Fresh Silpure: A nova geração antimicrobiana baseada na nanotecnologia da prata. Revista Química têxtil, n. 80, set. 2005, p. 14-18;

COIMBRA, Melissa. A cultura do trabalho em Jaraguá do Sul: um trabalho sobre as trabalhadoras da indústria têxtil-vestuária (2013). Disponível em: <<http://necat.ufsc.br/files/2011/10/Melissa-Gabriela-Lopes-Barcellos-Coimbra.pdf>> Acesso em: 14 de dezembro de 2015;

DORMAN, H.; FIGUEIREDO, A.; BARROSO, J.; DEANS, S. In vitro antioxidant activity of a number of plant essential oils and phytoconstituents. Journal of Essential Oil Research, v. 12, p. 241-248, 2000;

ESCOBAR, R. G. Eugenol: propiedades farmacológicas y toxicológicas. Ventajas y desventajas de su uso. Rev. Cub. Estomatol., v.39, n.2, p.139-156, 2002;

FERREIRA *et al.*, Fibras celulósicas (2003). Disponível em: <<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/fibras-celulosicas%20juta.pdf>> Acesso em: 15 de dezembro de 2015;

GUHA, S.N.; PRIYADARSINI, K.I. Kinetic and redox characteristics of phenoxy radicals of eugenol and isoeugenol: A pulse radiolysis study. Int. J. Chem. Kinetics v. 32 (1), p. 17-23, 1999;

HELENA OLIVEIRA, Principais matérias primas utilizadas nas indústrias têxteis. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/mprev.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/mprev.pdf)> Acesso em: 13 de dezembro de 2015;

LAROQUE, D. A. Óleo De Cravo-da-índia (*Eugenia Caryophyllata*) Como Substrato Para A Síntese De Acetato De Eugenila Via Catálise Heterogênea Em Sistema Livre De Solvente. Universidade Federal de Santa Catarina. Engenharia de Alimentos. Florianópolis, SC, 2014.

LIS-BALCHIN, E.; DEANS, S.; EAGLESHAM, E. Relationship between bioactivity and chemical composition of commercial essential oils. Flavour and Fragrance Journal, v. 18, p. 98-104, 1998.

MARTINS DE SOUZA, Magali. Estratégias competitivas no setor têxtil de Jaraguá do sul (2012). Disponível em: <<http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp->

content/uploads/2014/01/Magali-Garcia-Martins-de-Souza.pdf> Acesso em: 14 de dezembro de 2015.

MEDEIROS, Mitiko Kodaira. Beneficiamento Textil. Disponível em: <[http://www2.anhembri.br/html/ead01/tecnol\\_textil/aula6.pdf](http://www2.anhembri.br/html/ead01/tecnol_textil/aula6.pdf)> Acesso em: 19/02/2016.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; PFALLER, M. A. Microbiologia Médica. 5 ed. Rio de Janeiro. pag 2-25, 2006.

NEVES, I. A.; NEVES, R. C. S.; MORAES M. M.; GOMES C. A.; BOTELHO P. S.; CAMARA, C. A. G. Composição Química E Atividade Acaricida Do Óleo Essencial Do Cravoda-Índia (*Caryophyllus Aromaticus L.*) Recife, PE, Brasil. 2009.

PAKUSZEWSKI, Giovani. Síntese e estudo da impregnação e eficiência das nanopartículas de prata como agentes bactericidas em malhas – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

PEREIRA, A. A. *et al.*, Caracterização química e efeito inibitório de óleos essenciais sobre o crescimento de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Ciência e Agrotecnologia, v.32, n.3, p.887-93, 2008.

RAINA, V.K.; SRIVASTAVA, S.K.; AGGARWAL, K.K.; SYAMASUNDAR, K.V.; KUMAR, S. Essential oil composition of *Syzygium aromaticum* leaf from Little Andaman, India. Flavour and Fragrance Journal, v. 16, n°. 5, p. 334-336, 2001.

RIBEIRO, A., REGINA, M., CAROLINE, M., BARBOSA, N., MARIA, N., CÁSSIA, R., OLIVEIRA, V. Extração do óleo de cravo. Instituto Poitécnico – UNA. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAa14AL/oleos-essenciais#>> Acesso em: 22 de fev. de 2016.

ROITMAN, V. Curso de formação de operadores de refinaria: operações unitárias. PETROBRAS. UnicenP, Curitiba, p. 50, 2002.

ROMERO, Luiz. *et al.*, Fibras artificiais e sintéticas. Pg. 03. Junho de 1995. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/fibras.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/fibras.pdf)> Acesso em: 13 de janeiro de 2013.

SABAHAT, S.; PERWEEN T. In vitro antibacterial activity of clove against gram negative bacteria. Pakistan Journal of Botany, v. 40, n°. 5, p. 2157-2160, 2008.

SÁNCHEZ, José. Química têxtil. Nº 82. Pg. 58. Março de 2006. Texteis inteligentes. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/posmoda/files/2008/07/T%C3%AAxteis-inteligentes.pdf>> Acesso em: 22 de janeiro de 2015.

SANTOS, A. L.; SANTOS, D. O.; FREITAS, C. C.; FERREIRA, B. L. A.; AFONSO, I. F.; RODRIGUES, C. R.; CASTRO, H. C. Staphylococcus aureus: visitando uma cepa de importância hospitalar. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jbpml/v43n6/v43n6a05.pdf>> Acesso em: 09 jan. 2015.

SECRETÁRIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL. Santa Catarina em Números: Jaraguá do Sul/Sebrae/SC. Florianópolis: Sebrae/SC, 135p. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina. 2013.

SHAN, B.; CAI, Y.; SUN, M.; CORKE, H. antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, n°. 20, p. 7749-7759, 2005.

SILVA, T. C., OLIVEIRA, J., R., SOUZA, S. J. O. Extração do eugenol a partir do cravo-da-índia e produção de sabonetes aromatizados – Revista Crase.edu – A revista do e-Tec Brasil – IFG / Campus Inhumas - Vol. 01 N.01. 2011.

TANGERINO, L. M. B. Estudo Das Propriedades Antimicrobianas De Copolímeros Derivados Do Eugenol. Universidade Federal de Itajubá. Instituto de Ciências Exatas. Departamento de Física e Química. Pós-graduação em Materiais para Engenharia. 2006.