



INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE- CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

LORENA DE MELO MENEZES RAMOS

**ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO DAS FOLHAS DO *SYZYGIUM*
CUMINI (JAMELÃO)**

São Cristóvão/SE
2020

LORENA DE MELO MENEZES RAMOS

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO DAS FOLHAS DO *SYZYGIUM CUMINI* (JAMELÃO)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão como pré-requisito à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Igor Adriano Oliveira Reis

São Cristóvão/SE
2020

IFS - Biblioteca do Campus São Cristóvão

R175a

Ramos, Lorena de Melo Menezes

Atividade Antimicrobiana do extrato das folhas do *Syzygium Cumini* (Jamelão). / Lorena de Melo Menezes Ramos. - São Cristóvão-SE, 2020.
42 f. ; il.

Monografia (Graduação) – Tecnologia em Alimento. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS, 2020.

Orientador: Professor Dr. Igor Adriano Oliveira Reis.

1. *Syzygium cumini*. 2. Extrato. 3. Antimicrobiano. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS. II. Título.

CDU: 634.42

LORENA DE MELO MENEZES RAMOS

**ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO DAS FOLHAS DO SYZYGIUM
CUMINI (JAMELÃO)**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal de
Sergipe, Campus São Cristóvão como
pré-requisito à obtenção do título de
Tecnólogo em Alimentos.

Aprovado em: 25/11/2020

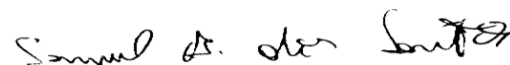
Banca Examinadora



Prof. Dr. Igor Adriano de Oliveira Reis (Orientador)
Instituto Federal de Sergipe – IFS



Prof. Dr. Cléber Miranda Gonçalves (Membro Interno)
Instituto Federal de Sergipe – IFS



Prof. Dr. Samuel Bruno dos Santos (Membro Externo)
Universidade Federal de Sergipe- UFS

São Cristóvão/SE
2020

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO DAS FOLHAS DO *SYZYGium CUMINI* (JAMELÃO)

Lorena de Melo Menezes Ramos

RESUMO

A *Syzygium cumini* (L.) Skeels é uma importante espécie da família *Myrtaceae*, por causa dos seus diferentes destinos na medicina popular. Em razão a sua alta atividade biológica, o jamelão tem sido muito estudado ultimamente. Devido à utilização indiscriminada e automedicação de antibióticos tem surgido bactérias mais resistentes, por esse motivo, o uso de plantas com ação antimicrobiana vem ganhando cada vez mais notoriedade. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação antimicrobiana do extrato e frações da *Syzygium cumini*. Primeiramente realizaram-se testes fitoquímicos de reconhecimento dos metabólitos secundários presente no extrato e frações das folhas, com posterior teste de difusão em disco para investigar a capacidade de inibição do crescimento bacteriano do extrato frente às bactérias gram-negativas *Klebsiella pneumonia* e *Escherichia coli* e gram-positiva, *Streptococcus mutans*. A prospecção fitoquímica do extrato hidroetanólico obteve a presença de metabólitos secundários, tais como: flabobênicos, flavonas, flavonóis, xantonas, flavononóis, leucoantrocianidinas, catequinas, esteroides e Saponinas. Na determinação da atividade antimicrobiana a FAE apresentou melhores resultados significativos em comparação às outras frações frente às bactérias *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* e *Streptococcus mutans*, onde contribui para síntese de um grande número de fármacos, fornecendo respostas para diversas doenças. Diante disso, é possível comprovar que a planta *Syzygium cumini* contém compostos que apresenta ação antimicrobiana que podem ser inseridas como novas alternativas ao conjunto farmacêutico. Porém, são recentes as pesquisas com o *Syzygium cumini* e novos estudos podem ser bastante inovadores e possibilitar uma gama de aplicação desta planta que tem apresentado alto potencial.

Palavras-chave: *Syzygium cumini*. Extrato. Antimicrobiano.

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF SYZYGIUM CUMINI (JAMELÃO) LEAF EXTRACT

Lorena de Melo Menezes Ramos

ABSTRACT

Syzygium cumini (L.) Skeels is an important species in the Myrtaceae family, because of its different destinations in folk medicine. Due to its high biological activity, jamelão has been studied a lot lately. Due to the indiscriminate use and self-medication of antibiotics, more resistant bacteria have emerged. For this reason, the use of plants with antimicrobial action is gaining more and more notoriety. Thus, the objective of this work was to evaluate the antimicrobial action of *Syzygium cumini* extract and fractions. First, phytochemical tests for the recognition of secondary metabolites present in the extract and fractions of the leaves were carried out, with a later disk diffusion test to investigate the ability to inhibit the bacterial growth of the extract against the gram-negative bacteria *Klebsiella pneumonia* and *Escherichia coli* and gram -positive, *Streptococcus mutans*. The phytochemical prospecting of the hydroethanolic extract obtained the presence of secondary metabolites, such as: flabobens, flavones, flavonoids, xanthones, flavonoids, leucoanthrocyanidins, catechins, steroids and Saponins. In determining the antimicrobial activity, the FAE showed better significant results compared to the other fractions against the bacteria *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* and *Streptococcus mutans*, where it contributes to the synthesis of a large number of drugs, providing answers to several diseases. Therefore, it is possible to prove that the *Syzygium cumini* plant contains compounds that have antimicrobial action that can be inserted as new alternatives to the pharmaceutical set. However, research with *Syzygium cumini* is recent and new studies can be quite innovative and enable a range of applications for this plant that has shown high potential.

Keywords: *Syzygiumcumini*. Extract. Antimicrobial.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu Deus, pelo fôlego de vida e por todos os benefícios que me têm feito, por ter me sustentado e dado força sempre, a Ele seja dada toda honra e glória.

Aos meus pais por tudo que fizeram e fazem por mim, ao meu Pai Josuino, muito obrigada por todo esforço e dedicação para com a minha criação e minha Mãe Anailis, não tenho palavras para descrever o quanto sou agradecida por tudo que fez e que faz por mim, sou imensamente grata pelos valores que me ensinaram, pelo incentivo que sempre me tem dado para nunca desistir e não parar no meio do caminho, amo vocês.

As minhas irmãs Thamires e Agda, por todo apoio e amizade e pelos presentes iluminados meus sobrinhos Tauany e Otávio.

Ao meu querido esposo Paulo Roberto, pelo carinho, compreensão, apoio, incentivo e paciência durante os estresses dessa jornada acadêmica, amo você.

Aos meus avós Maria dos Prazeres, minha grande inspiradora, Maria Flora (*In Memoriam*) e ao meu guerreiro avô José Ângelo (*In Memoriam*).

Aos meus tios e tias, em especial a Ivanete e Irandi. Aos meus primos e primas, colegas e amigos.

Agradeço ao Instituto Federal de Sergipe/Campus São Cristóvão por toda estrutura ofertada para minha formação, aos servidores em geral e a todos meus professores por dedicação e empenho a fim de passar todo conteúdo disciplinar, principalmente ao meu orientador Profº. Igor Adriano de Oliveira Reis, que com excelência me ajudou na execução deste trabalho e me apoiou a todo instante.

A Universidade Federal de Sergipe e ao professor Samuel Bruno dos Santos que contribuiu para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho e que também fez parte da banca examinadora.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para que esse momento fosse possível. Em tudo dou graças a Deus, pois Ele que tem cuidado de mim e até aqui me ajudou.

*“Deus nunca disse que a jornada seria fácil,mas
Ele disse que a chegada valeriaa pena.”
(Max Lucado)*

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-Teores de antocianinas de diferentes frutos expressos em mg/100g amostra.....20

Gráfico 2-Valores de antioxidantes através do método DPPH expressos em μmol . 100g/ amostra.....21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Método de difusão de discos em ágar29

Figura 2- Representação esquemática do teste de macrodiluição em tubo, após a inoculação e incubação..... 30

Figura 3- Formação do halo de inibição..... 32

Figura 4- Diâmetro do halo de inibição..... 32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Constituintes químicos do extrato hidroetanólico e das frações ativas de *syzygium cumini*.....30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Detecção colorimétrica de deantocinidinas, antocianidinas e flavonoides.....26

Quadro 2- Detecção colorimétrica e leucocianidinas, catequinas e flavononas.....26

Quadro 3 - Média do teste qualitativo da atividade antimicrobiana do extrato hidroetanólico e da fração de acetato de etila da *syzygiumcumini*.....33

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

BHI	Brain Heart Infusion
CHCl_3	Clorofórmio
CIM	Concentração Inibitória Mínima
DPPH	2,2- difenil- 1picrilidrazil
EHE	Extrato Hidroetanólico
FAE	Fração Acetato de Etila
FC	Fração Clorofórmica
FeCl_3	Cloreto de Ferro
FHM	Fração Hidrometanólica
HCL	Ácido Clorídrico
H_2SO_4	Ácido Sulfúrico
m	Metro
mg	Miligrama
mL	Mililitro
NaOH	Hidróxido de Sódio
Na_2SO_4	Sulfato de Sódio
RENISUS	Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS
UFC	Unidades Formadoras de Colônia
μL	Microlitro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 A PROSPECÇÃO	16
2.2 A ESPÉCIE <i>SYZYGium CUMINI</i> (L.) SKEELS (MYRTACEAE)	17
2.3 POTENCIAL ANTIMICROBIANO	21
3 METODOLOGIA	24
3.1 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO	24
3.2 PREPARAÇÃO DO EXTRATO BRUTO	24
3.3 OBTENÇÃO DAS FRAÇÕES	24
3.4 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA	24
3.4.1. Teste para fenóis e taninos	25
3.4.2. Teste para antocianinas, antocianidinas e flavonoides	25
3.4.3. Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavononas	26
3.4.4. teste para flavonois, flavononas, flavononois e xantonas	26
3.4.5. Teste para esteroides e triterpenoides (liebermann-buchard)	27
3.4.6. Teste para saponinas	27
3.4.7. Teste para alcaloides	28
3.5. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA	28
3.5.1. Teste de difusão em ágar	28
3.5.2. Concentração inibitória mínima (CIM)	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA	30
4.2 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA	32
4.2.1. Teste de difusão em ágar	32
4.2.2. Concentração inibitória mínima (CIM)	35
5 CONCLUSÃO	36

1 INTRODUÇÃO

Em decorrência da grande extensão territorial e clima favorável o Brasil tem ganhado ênfase na produção mundial de frutas exóticas (GRANADA *et al.*, 2004). Na região Nordeste dentre as frutas exóticas nativas mais conhecidas destacam-se cajá (*Spondias lutea* L.), umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara), seriguela (*Spondias purpurea* L.), mangaba (*Hancorniaspeciosa* Muell), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), jaca (*Artocarpus integrifolia* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), caju (*Anacardium occidentale* L.), graviola (*Annona muricata* L.), acerola (*Malpighiae marginata* D. C), goiaba (*Psidium guajava*) e jamelão (*Syzygium cumini*) (MORTON, 1987; ALBERTON *et al.*, 2001 MAHMOUD *et al.*, 2001; TIMBOLA *et al.*, 2002; DAMASCENO *et al.*, 2002; ZANOELLO *et al.*, 2002; SHARMA *et al.*, 2003).

Dentre estas, o jamelão vem se destacando cada vez mais no cenário da medicina popular por sua aplicação no tratamento da Diabetes Mellitus (VEBER, *et al.*, 2015) por causa da sua ação hipoglicêmica e diurética (MIGLIATO, 2005). Além disso, apresenta ação antimicrobiana, cardiotônica, adstringente, antiinflamatória, antiemética, antipirética, anticonvulsivante e anti-hemorrágica, sobressaindo-se em relação às outras espécies (MIGLIATO, 2005), devido à sua grande quantidade de biomoléculas. A literatura descreve a presença de diversos metabólitos secundários, tais como: flavonóides, alcalóides, glicosídeos, esteróides, fenóis, ácido gálico (ZANOELLO, *et al.* 2002) saponinas, terpenóides, glicosídeos e taninos cardiotônicos, nos extratos das folhas da espécie (MIGLIATO, 2005; VEBER, *et al.*, 2015). Tais metabólitos se associam, principalmente, à atividade antimicrobiana e antioxidante da planta (MIGLIATO, 2005; ZANOELLO, *et al.*, 2002; VEBER, *et al.*, 2015).

Ultimamente, há uma grande necessidade de inserir novas possibilidades ao conjunto farmacêutico quando se refere a método de cura com o uso de antimicrobiano. Pois, devido à utilização indiscriminada e automedicação de antibióticos tornou-se frequente o surgimento de cepas bacterianas cada vez mais resistentes. Por esse motivo, o uso de plantas com ação antimicrobiana vem ganhando cada vez mais notoriedade. (VEBER, *et al.*, 2015).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a atividade antimicrobiana do extrato e frações das folhas do *Syzygium cumini*.

1.1.2 Objetivos específicos

- Extrair metabólitos secundários biologicamente ativos das folhas de *Syzygium cumini*;
- Determinar o perfil fitoquímico do extrato e frações da *Syzygium cumini*;
- Avaliar a atividade antimicrobiana do extrato e frações da *Syzygium cumini*;

1.2 JUSTIFICATIVA

O Brasil é um país rico em produtos exóticos, dentre estes se destacam a produção de frutas tropicais como acerola, seriguela, mangaba e jamelão. Essa alta produção de vegetais está relacionada a sua grande extensão territorial e consequentemente vocação agrícola, desta forma produtos de origem vegetal são fartamente produzido no país.

Estas matérias primas são ricos em biomoléculas de alto valor agregado, tais como lipídios, aromas, antioxidantes, antimicrobiano, carotenoides, compostos fenólicos e enzimas. Apesar do Brasil se destacar na produção desses recursos, é pouco a exploração em relação à obtenção de biocompostos de interesse as indústrias como a de cosmético, alimentos, farmacêutica e química fina. As indústrias necessitam de quantidades regulares destes biocompostos, os quais devem apresentar grau de pureza compatível com a sua aplicação. Por esta razão é de fundamental importância o desenvolvimento de processos inovadores para a otimização do processo de extração e purificação de biomoléculas.

A avaliação dos efeitos farmacológicos de extratos vegetais é utilizada como método para pesquisa de novos medicamentos de origem vegetal. Desta forma, o presente trabalho contribuirá com a cadeia produtiva do Agronegócio devido à extração de biocompostos de interesse industrial, haja vista que o estado de Sergipe tem capacidade para a agricultura e para a instalação de indústrias de base alimentar. Sendo assim, contribuirá para o segmento da fruticultura no estado e com isso, irá agregar mais valor ao âmbito de pesquisas referente ao *Syzygim Cumini* em função a sua composição química de metabolitos secundários que apresentam atividades biológicas para extração de compostos fitoquímicos do extrato e suas frações e determinação da atividade antimicrobiana, visando sua utilização como fonte de recursos terapêuticos na elaboração de fármacos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1A PROSPECÇÃO

A comunidade científica e governamental tem tido um despertar em relação ao Jamelão, inclusive esta fruta está na lista da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS) elaborada pelo Ministério da Saúde do Brasil em 2009. Tendo em vista que é uma espécie que evidencia potencial de avançar nas etapas da cadeia produtiva e de propiciar produtos terapêuticos (BRASIL, 2009).

Tatum e colaboradores (2018) realizaram um estudo sobre a potencialidade e aplicações do *Syzygium cumini* e através de um mapeamento gráfico dos processos que envolvem patentes e seus termos, foi possível ser destacados elementos-chaves ligados às áreas da medicina, observando termos voltados ao “*cumini*” e os estudos da diabetes, câncer de mama, fonte de cálcio, níveis de glicose, sangue e ossos principalmente. Já ao que se refere aos documentos científicos foram encontrados termos ligados basicamente a área de saúde, evidenciando-se: diabetes, óleos, efeitos homeopáticos, antioxidantes e obesidade, notam-se o amplo espectro de aplicação e uso de *Syzygium cumini* e de *Syzygium jambulanum*.

De acordo com esse estudo de prospecção, foi possível provar que esta planta deve ser persistentemente explorada variando os segmentos para a utilização tanto do fruto, quanto de outras partes da planta. As patentes com jamelão ocorrem mais na área farmacêutica. A área de Ciência de Alimentos, está começando a analisar o jamelão como um novo potencial de mercado (SOUZA, 2015).

Conforme relatos da literatura o uso de solventes hidroalcoólicos, obtidos a partir de variadas proporções de água e etanol em diversas proporções, feitos a partir de várias partes das plantas tais como: folhas, casca, dos frutos, das sementes e, até mesmo, de botões florais é eficiente para a extração bruta de taninos e saponinas (FALKENBERG *et al.*, 2002).

Akiyama *et al.* (2001), explorando a atividade antimicrobiana de diversos taninos frente à *Staphylococcus aureus*, demonstraram que o ácido tânico é um ótimo adjuvante no tratamento de infecções da pele. Ravi *et al.* (2004) realizaram uma pesquisa experimental com ratos onde foi verificado o efeito

antioxidante quanto à administração oral do extrato etanólico de sementes de *Eugenia jambolana* identificando notável eficácia com o uso do extrato de semente resultando na melhora do diabetes.

De acordo com Migliato et al. (2006) o uso dos frutos do *Syzygium cumini* é indicado para o tratamento da diarreia, possui atividade antiinflamatória, adstringente, carminativa e hipoglicemiante. Além disso, em relação aplicação do corante a partir do fruto da jambolana, relata-se o uso do endosperma da semente, o qual possui boa atividade antibacteriana, inibindo cepas bacterianas, como *Micrococcus lutea*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus aureus* e outros (MARISELVAM et al., 2017).

A aplicação de *Syzygium cumini* na área de alimentos ainda é restrita, uma vez que são publicados poucas patentes e/ou artigos nessa área, tornando-se necessário intensificar os estudos sobre o uso de jamelão em produtos alimentícios. São recentes as pesquisas com jamelão a nível nacional e mundial, e novos estudos podem ser bastante inovadores e possibilitar uma gama de aplicação desta planta que tem apresentado alto potencial (SOUZA, 2015).

2.2 A ESPÉCIE *SYZYGIUM CUMINI* (L.) SKEELS (MYRTACEAE)

A espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels é nativa dos trópicos que tem medição entre aproximadamente 10 m de altura. Os seus frutos são carnosos do tipo baga, elípticos, apresentando cerca de 3 a 4 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro, com pericarpo de coloração roxa escura intensa, apresentando apenas uma semente. (MORTON, 1987)

O mesocarpo é carnoso e sucoso com sabor ácido adocicado, oferecendo forte sensação de adstringência. No Brasil, esta espécie é encontrada em diversos estados das regiões Sudeste, Nordeste e Norte, (MIGLIATO et al., 2006). Floresce nos meses de setembro a novembro e o fruto é encontrado abundantemente nos meses de dezembro a fevereiro (ALBERTON, 2001). O fruto é utilizado popularmente e conhecido em diversos países por: jambolão, 'jamun', 'jambolan', 'jambolana', 'jambol',

'jambul', 'blackplum', 'indianblackberry', jamelão, jalão, azeitona, azeitona-roxa (OLIVEIRA; AKISUE, 2000).

Os fitoquímicos são substâncias químicas de plantas, que não são nutrientes, mas possuem propriedades que protegem e previne o surgimento de doenças. Basicamente dividem-se em: metabólitos primários e secundários de acordo com suas funções no metabolismo da planta. Os metabólitos primários englobam os carboidratos, aminoácidos, proteínas e clorofila, enquanto que metabólitos secundários consistem principalmente em alcalóides, flavonóides e taninos, que também podem ser encontrados no *Syzygium cumini* (MISHRA *et al.*, 2013).

Segundo Migliato *et al.* (2006) a *Syzygium cumini* apresenta constituintes químicos como: nas sementes os taninos hidrolisáveis (ácido gálico, elágico, corilágico), a quercetina e a antimelina, no óleo essencial (α - e β -pineno, canfeno, mirceno, limoneno, *cis*-ocineno, *trans*-ocineno, γ -terpineno, acetato de bornila, α -copaeno, α -humuleno e candineno), materiais resinosos e açúcares, nas cascas dos caules foram encontrados o ácido acetiloleanólico, triterpenoides, ácido elágico, isoquercetina, quercetina, canferol e miricetina, nas folhas foram encontrados ácido gálico, metilgalato, canferol, miricetina, ácido elágico, ácido clorogênico, quercetina e nilocitina, enquanto na polpa dos frutos foram encontradas as antocianidinas e nas flores o ácido oleanólico.

Viegas *et al.* (2007), ao estudar metabólitos secundários em jambolão, encontraram a presença das antocianinas malvidina, delphinidina e petunidina. Os elevados teores de antocianinas encontrados na planta foram equivalentes aos teores encontrados nas "*blueberries*", classificados como a primeira constituinte nutracêutica de grande valor comercial.

Diante disso, é possível observar que alguns desses metabólitos possuem atividades contra micro-organismos de interesse clínicos, dentre eles, estão *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, responsáveis por muitos óbitos no ambiente hospitalar (SÁ, 2008; ALBERTON *et al.*, 2001).

Vários trabalhos, empregando diferentes partes da planta, como folhas, casca, sementes e fruto, comprovaram os benefícios do jamelão, enfatizando o potencial antimicrobiano, o diurético, o anti-hipertensivo e, principalmente, para a diminuição de glicemia em casos de diabetes melitus (GROVER *et al.*, 2002).

Sendo aplicados sob diferentes formas de preparações, tais como o extrato aquoso ou decocção, o extrato etanólico ou o suco de matéria-prima vegetal, enquanto os frutos são consumidos frescos (AGRA *et al.*, 2008; LEITÃO *et al.*, 2009).

Entre as potenciais propriedades medicinais do jambolão, a maioria está correlacionada à atividade antioxidante, que é citada como decorrente da presença de compostos fenólicos já identificados, tais como: ácidos fenólicos, ácido elágico, os flavonóides, como a quercitina e a rutina, e antocianinas, como a delfinidina-3-glicosídeo, a petunidina-3-glicosídeo e a malvidina-3-glicosídeo (LIMA *et al.*, 2007; VEIGAS *et al.*, 2007; REYNERTSON *et al.*, 2008). A presença de ácido gálico, derivados do ácido elágico, taninos e flavonóides glicosilados têm sido relatadas em espécies de *Syzygium cumini* (LIMA *et al.*, 2007).

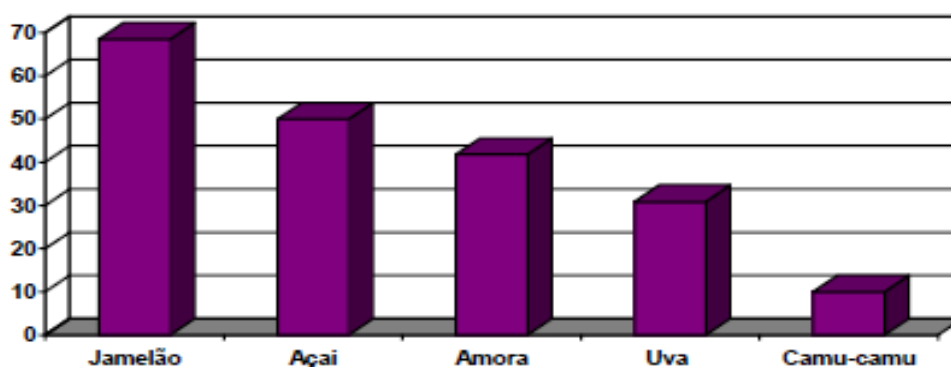
Ramirez *et al.* (2003) mostraram uma correlação entre a atividade anti-inflamatória e o conteúdo de compostos fenólicos total de extratos de Jambolão. O metabólito ácido gálico deriva da via do ácido chiquímico, um intermediário do metabolismo secundário, e é um componente de taninos hidrolisáveis em plantas (GRUNDHOFER *et al.*, 2001). Na literatura pode-se encontrar relatos da utilização do ácido gálico no tratamento da microalbuminúria (SAMPSON *et al.*, 1849; LYELL *et al.*, 1849), e seletiva citotoxicidade contra uma variedade de tumores celulares (OHNO *et al.*, 1999; YOSHIOKA *et al.*, 2000).

Com a confirmação da presença dos compostos fenólicos, flavonóides, principalmente no extrato aquoso de folhas de jambolão e sua atividade anti-edematogênica justificam o uso desses extratos aquosos e infusões da planta na medicina popular (LIMA *et al.*, 2007). As partes comestíveis de jambolão podem ser consideradas uma excelente fonte de antioxidantes e podem ser incluídas no *ranking* das frutas com maior potencial nutracêutico (BRANDÃO *et al.*, 2011). Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, além disso, se formam em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (NACZK; SHAHIDI, 2004). Os antioxidantes podem ser divididos em duas classes: a dos com atividade enzimática e a dos sem essa atividade. Na primeira, estão os compostos capazes de bloquear a iniciação da oxidação, ou seja, as enzimas que removem as espécies reativas

ao oxigênio. Na segunda classe, estão moléculas que interagem com as espécies radicalares e são consumidas durante a reação. Nesta classificação, incluem-se os antioxidantes naturais e sintéticos como os compostos fenólicos (MOREIRA *et al.*, 2004).

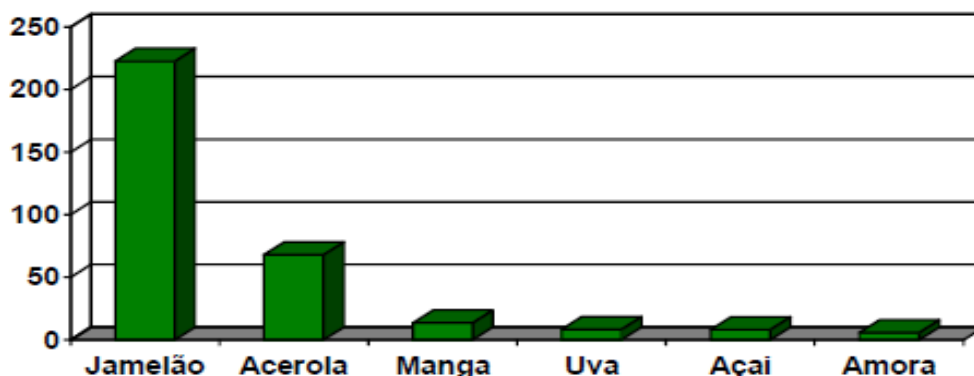
No Brasil, a casca, frutos, sementes e folhas desta planta são utilizadas para o tratamento do diabetes e administrados em várias preparações farmacêuticas (por exemplo, extrato aquoso ou alcoólico, decocção ou suco de planta em bruto) (BRAGA *et al.*, 2007). As sementes de *Syzygiumcumini* já demonstraram atividades hipoglicêmicas e antioxidantes. Uma decocção da casca também é usada para disenteria e diarreia. Além disso, o *Syzygium cumini* demonstrou ter efeitos sedativos e anticonvulsivantes e um potente efeito depressor do sistema nervoso central (PEPATO *et al.*, 2004). De acordo com os Gráfico 1 e 2 demonstrados no trabalho de Sá (2008), os valores de antocianinas e capacidade antioxidante encontrados na fração comestível do jamelão mostrou-se superiores em relação aos frutos tais como, açaí, amora, uva, camu-camu, acerola e manga. A quantificação de antocianinas foi realizada pelo método espectrofotômetro e o método aplicado para determinar a capacidade antioxidante foi o de sequestro do radical DPPH(2,2- difenil- 1 picrilidrazil).

Gráfico 1-Teores de antocianinas de diferentes frutos expressos em mg/100g amostra



Fonte: SÁ, 2008.

Gráfico 2- Valores de antioxidantes através do método dpph expressos em μmol . 100g/ amostra



Fonte: SÁ, 2008.

2.3 POTENCIAL ANTIMICROBIANO

As folhas do *Syzygiumcumini* são abundantes em metabólitos secundários especificamente os taninos com mecanismo de ação antimicrobiana. As principais conjecturas desse mecanismo são: inibição de enzimas bacterianas e fúngicas e/ou se complexando com os substratos dessas enzimas; ação sobre as membranas celulares dos micro-organismos, alterando seu metabolismo, e complexação com íons metálicos, diminuindo a disponibilidade de íons essenciais para o metabolismo microbiano (SCALBERT, 1991).

Agentes antimicrobianos provenientes de plantas podem direcionar ao desenvolvimento de novos fármacos clinicamente significativos, sendo propostos como uma nova alternativa na terapêutica de infecções, melhorando o prognóstico do paciente (MOURA *et al.*, 2006).

Através de técnicas desenvolvidas e pelos micro-organismos padrões utilizados, substâncias antimicrobianas de plantas são detectadas, principalmente, por meio da observação de sua capacidade de inibir o crescimento de micro-organismos expostos a estes compostos (HENTZ, 2007).

Segundo Vital *et al.* (2004), a determinação da atividade antimicrobiana é uma análise microbiológica *in vitro* essencial na avaliação de substâncias antimicrobianas pelas indústrias farmacêuticas. Loguercio *et al.* (2005) avaliaram a existência de efeito antibacteriano de extrato hidroalcoólico a 10%

(m/v) de folhas de jambolão em 17 isolados bacterianos Gram-positivos dentre eles *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* e Gram-negativos, *Pseudomonas aeruginosa* *Proteus sp.*, e houve inibição do crescimento em 100% dos micro-organismos testados.

Perante as pesquisas já citadas neste trabalho é notório que a planta *Syzygium cumini* apresenta atividade antimicrobiana contra vários micro-organismos, dentre eles, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella sp.*, *Bacillus subtilis*, *Proteus sp.*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, além de demonstrar atividades antioxidante e antiproliferativa de células tumorais (NASCIMENTO *et al.*, 2000; HOFLING *et al.*, 2010; AFIFY *et al.*, 2011).

Contudo, esta planta apresenta constituintes químicos diversos (metabólitos primários ou secundários) e, por meio da triagem fitoquímica, os compostos apresentam variabilidade nas diferentes estruturas de sua anatomia configurando assim suas propriedades antioxidante e antimicrobiana (AHMAD; BEG, 2001). Importantes pesquisas em relação à atividade antimicrobiana de vegetais são realizadas no Brasil. Foi observada a ação inibitória de *Vatairea macrocarpa* sobre *Klebsiella sp.* e *Staphylococcus aureus* (MATOS *et al.*, 1988).

Num estudo detalhado dos componentes antimicrobianos foram avaliados extratos de 120 espécies de plantas de 28 famílias botânicas diferentes. Oitenta e um desses extratos, obtidos de 58 plantas, mostraram-se ativos contra *Staphylococcus aureus*, enquanto cinco extratos, de quatro plantas, inibiram o crescimento de *Pseudomonas aeruginosa* (SANTOS *et al.*, 1990).

Outra pesquisa detectou atividade antibacteriana e antifúngica em óleos essenciais obtidos das folhas de *Croton triangularis* e identificou ação antifúngica nos extratos de *Lippia gracilis* e de *Xylopiasericia* (LEMOS *et al.*, 1992). A investigação da atividade antimicrobiana e da citotoxicidade nos extratos de 30 plantas, contra cinco espécies bacterianas e duas fúngicas, foi realizada por Nascimento *et al.* (1990). Os autores concluíram que o extrato etanólico de 70% das plantas era citotóxico e que somente uma das espécies, *Combretum duarteanum*, evidenciou atividade antimicrobiana.

A ação antimicrobiana de *Mikania triangularis*, conhecido como guacho-da-folha-fina, foi testada contra cinco diferentes gêneros bacterianos e três gêneros de fungos, sendo comprovada atividade contra *Bacillus cereus*, *Escherichia. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis* (CRUZ et al., 1996). Os efeitos de compostos fitoquímicos avaliados por Jansen et al. (1987) e Izzo et al. (1995) mostraram a atividade antimicrobiana do ácido anacárdico sobre *Staphylococcus aureus*, *Brevibacterium ammoniagenis*, *Streptococcus mutans* e *Propionibacterium acnes*.

3 METODOLOGIA

3.1 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO

As folhas foram coletadas no período de janeiro a maio de 2019, no município de São Cristóvão, localizado a 09°38'31"S e 37°47'11"W, Estado de Sergipe – Brasil sendo utilizada para obtenção do extrato e suas frações. A identificação botânica foi realizada no Herbário da Universidade Federal de Sergipe (ASE). As amostras coletadas foram mantidas em estufa com circulação de ar a 37°C, até completa desidratação.

3.2 PREPARAÇÃO DO EXTRATO BRUTO

As folhas de *Syzygium cumini* foram secas em estufa a 37°C durante 5 dias. Em seguida, o material foi triturado, pesado e submetido à extração a frio com etanol por maceração exaustiva durante 5 dias. Posteriormente, o extrato foi filtrado e concentrado em evaporador rotatório sob pressão reduzida a 50°C, para eliminação do solvente e obtenção de extrato hidroetanólico (EHE) das folhas.

3.3 OBTENÇÃO DAS FRAÇÕES

Para a obtenção das frações, parte do extrato bruto (27,9g) concentrado foi dissolvido em metanol 40% (v/v) e submetido à extração líquido-líquido com os solventes Clorofórmio e Acetato de Etila. Cada uma das fases foi concentrada em rotaevaporador a 50°C, sob pressão reduzida, resultando em três frações: Clorofórmica (FC), Acetato de etila (FAE) e Hidrometanólica (FHM) as quais foram pesadas e foi realizado o cálculo do rendimento em relação ao material seco.

3.4 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA

Foram realizados testes qualitativos clássicos através de reações químicas que levam à formação de precipitados ou alteração de cor característica, com a finalidade de determinar a presença de classes de

metabólitos secundários nas frações obtidas. Para isso, foram utilizadas reações propostas por Mattos (1997) as quais buscam identificar a presença de derivados antracênicos, alcalóides, heterosídeos cardiotônicos, cumarinas, esteróis, fenóis totais, flavonóides, flavanonóis, flavanonas, antocianinas, antocianidinas, taninos e xantonas. A seguir estão descritos ou métodos relacionados à prospecção fitoquímica com seus respectivos reagentes.

3.4.1. Teste para fenóis e taninos

A determinação do teor de fenóis totais presentes foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu conforme Nascimento (2006), por meio de espectrofotometria na região do visível. Esse teste baseia-se na capacidade do grupo dos taninos se complexarem com íons metálicos (Ferro, Manganês, Cobre e outros) formando, assim, precipitados. No tubo de ensaio contendo o extrato dissolvido foram adicionadas três gotas de solução alcoólica de FeCl_3 1 mol.L^{-1} . Em seguida, agitou-se e observou-se qualquer variação de cor e/ou formação de precipitado escuro abundante. O resultado foi comparado com um teste em branco (água e FeCl_3). A coloração variável entre azul e vermelha é indicativo da presença de fenóis. A formação de um precipitado azul escuro indica a presença de taninos pirogálicos (taninos hidrolisáveis) e de cor verde, a presença de taninos flobabênicos (taninos condensados ou catéquicos).

3.4.2. Teste para antocianinas, antocianidinas e flavonoides

O teor de flavonóides totais das amostras foi obtido pela absorbância do complexo flavonoide-alumínio conforme protocolo descrito por Mbaebie, Edeoga e Afolayan (2012). Esse teste baseia-se na capacidade dos esqueletos flavônicos de mudarem de cor por ressonância eletrônica com equilíbrio ácido-base. Na reação, foram utilizados 3 tubos numerados 2, 3 e 4. O tubo de número 2 foi acidificado a pH 3 com HCl 3 mol.L^{-1} e os tubos 3 e 4 foram alcalinizados a pH 8,5 e 11 com NaOH 1 mol.L^{-1} . A observação de qualquer mudança da coloração da solução foi analisada como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1- Detecção colorimétrica de antocinidinas, antocianidinas e flavonoides

Constituintes	Cor		
	pH = 3	pH = 8	pH = 11
Antocianidinas e antocianinas	Vermelha	Lilás	Azul-púrpura
Flavonas, flavonóis e xantonas	-	-	Amarela
Chalconas e auronas	Vermelha	-	Vermelho-púrpuro
Flavononóis	-	-	Vermelho-laranja

Fonte: MATOS, 2009.

3.4.3. Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavononas

O teste se baseia na possibilidade de levar a hidrólise dos heterosídeos flavônicos por temperatura. A hidrólise alcalina e ácida facilita a identificação dos núcleos flavônicos. Para a reação, acidificou-se o tubo 5 por adição de HCl 3 mol.L⁻¹ até pH 1-3 e alcalinizou-se o tubo com NaOH 1 mol.L⁻¹ até pH 11. Os tubos foram aquecidos cuidadosamente. Foi observada a modificação na coloração por comparação com os tubos correspondentes usados no teste anterior. A interpretação dos resultados foi realizada como demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Detecção colorimétrica e leucocianidinas, catequinas e flavononas

Constituintes	Cor	
	Meio Ácido	Meio Alcalino
Leucocianidinas	Vermelha	-
Catequinas (taninos catéquicos)	Pardo-amarelada	-
Flavononas	-	Vermelho-laranja

Fonte: MATOS, 2009.

3.4.4 .teste para flavonois, flavononas, flavononois e xantonas

Essa reação se baseia no fato de que os derivados flavônicos de cor amarela se reduzem adquirindo coloração avermelhada ou no caso dos antociânicos, azulada, quando em solução alcóolica ácida e em presença de magnésio. Nos tubos de número 7, foram adicionados 10mg de magnésio granulado e 0,5mL de HCl concentrado. O término da reação foi indicado pelo fim da efervescência. Observou-se por comparação mudança na cor da mistura da reação tubos nos tubos 5 e 7. O aparecimento ou a intensificação da cor

vermelha é indicativo da presença de flavonóis, flavanonois e/ou xantonas livres ou seus heterosídeos.

3.4.5. Teste para esteroides e triterpenoides (liebermann-buchard)

Essa reação é usada para averiguar a presença de núcleo esteroidal ou triterpenoidal. Para este experimento, adicionou-se 10 mL de uma solução do EHE, FAE, FAC, e FHM em béqueres e, deixou-se secar em banho-maria. Extraiu-se o resíduo seco de cada béquer por três vezes com porções de 1-2 mL de CHCl_3 . Filtrou-se a solução clorofórmica em um pequeno funil fechado com uma bolinha de algodão coberta com miligramas de Na_2SO_4 anidro para um tubo de ensaio bem seco. Adicionou-se 1mL de anidrido acético e agitou-se suavemente. Foi acrescentado, cuidadosamente, três gotas de H_2SO_4 concentrado. Agitou-se suavemente e observou-se o rápido desenvolvimento de cores. A coloração azul seguida de verde permanente é um indicativo da presença de esteroides livres. Coloração parda até vermelha indica triterpenoidespentacíclicos livres.

3.4.6. Teste para saponinas

Essa reação se baseia no fato de que os heterosídeos saponosídeos (saponinas) têm propriedades detergentes e surfactantes e, quando tratados com HCl e aumento de temperatura, sofrem hidrólise, precipitam as agliconas e perdem suas propriedades detergentes.

Para o teste, os resíduos insolúveis em clorofórmio, separados no teste anterior, foram solubilizados em água destilada e posteriormente filtrados em um tubo de ensaio. Agitou-se fortemente o tubo com a solução por 2-3 minutos e observou-se a formação de espuma. O aparecimento de espuma persistente e abundante (colarinho) indica a presença de saponinas.

Em seguida, para confirmar a presença de saponinas, adicionou-se 2mL de HCl concentrado ao conteúdo do tubo de ensaio e deixou-se por uma hora

imerso em banho-maria. Posteriormente, neutralizou-se, resfriando e agitando novamente. A presença de precipitado e a não formação de espuma confirma a presença de saponina.

3.4.7. Teste para alcaloides

Este teste se baseia na precipitação de alcaloides ao interagir com o reagente Dragendorff. Este reagente consiste numa solução de iodeto de bismuto de potássio, em ácido diluído. Quando em contato com amostras que contêm alcaloides e compostos nitrogenados, formam precipitados. A solução apresenta mudança de coloração que varia de amarela à vermelha alaranjada.

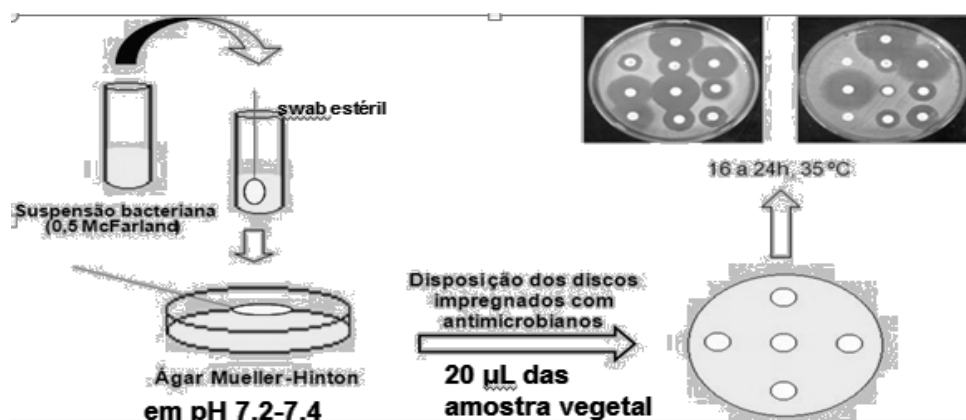
O precipitado é obtido através da formação de um complexo entre o átomo de bismuto e os agrupamentos aminas presentes nos compostos a serem analisados. Para tanto, diluiu-se pequena quantidade do EHE, bem como do FAE, FAC, e FHM, transferiu-se para tubos de ensaio, adicionou-se 3 gotas de Dragendorff e observou-se o resultado.

3.5. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

3.5.1. Teste de difusão em ágar

A avaliação da atividade antimicrobiana foi realizada utilizando o teste de difusão em ágar, proposto por Bauer *et al.* (1996) cuja avaliação é qualitativa. Foram realizadas culturas das bactérias *Enterococcus durans/hirae* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* derivada ATCC 27853, *Klebsiella pneumoniae* deriva ATCC 700603, *Escherichia coli* derivada ATCC 25922, *Escherichia coli* enteropatogênica clássica 0111 derivada CDC 01111 e *Streptococcus mutans* INCQS 00446, mantidas no meio BHI suplementado com ágar (8 g.L^{-1}) em estufa bacteriológica ($37 \pm 1^\circ\text{C}$). Essas culturas foram semeadas com swab estéril em placas de Petri contendo meio Ágar Muller-Hilton em pH 7,2-7,4. Posteriormente, discos de papel filtro embebidos com 20 μL de cada amostra vegetal (EHE, FAE, FC e FHM), foram depositados na superfície do meio de cultura inoculado com os micro-organismos. Como demonstrado na Figura 1.

Figura1- Método de difusão de discos em ágar.



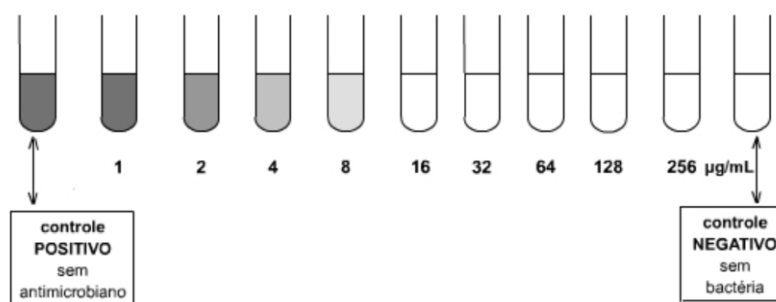
Fonte: Google, 2020.

Os solventes bem como os diluentes utilizados na dissolução das amostras serão usados como controle negativo, enquanto para o controle positivo foi utilizado a Gentamicina (antibacteriano). Após incubação, foram realizadas as medições dos halos de inibição e a interpretação dos resultados foi pela comparados com valores de referência para o teste.

3.5.2. Concentração inibitória mínima (CIM)

A concentração inibitória mínima (CIM) foi determinada para cada micro-organismo para o qual o extrato vegetal apresentou atividade antimicrobiana. Todos os experimentos foram realizados em triplicata. Para isso, culturas bacterianas desenvolvidas em meio BHI por 6 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 2$ e diluídas convenientemente (cerca de 10^8 UFC/mL) foram inoculadas em tubos contendo meio BHI acrescido de diferentes concentrações dos extratos por diluição seriada 1:2. A Figura 2 representa esquematicamente o teste de macrodiluição em tubo, após a inoculação e incubação. Após incubação de 24 horas a 37°C foi observado a ocorrência de turvação dos meios de culturas para determinação da CIM (OSTROSKY *et al.*, 2008).

Figura 2- Representação esquemática do teste de macrodiluição em tubo, após a inoculação e incubação



Fonte: MACHADO; GALES, 2008.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA

A prospecção fitoquímica teve como objetivo conhecer os constituintes e/ou avaliar sua presença no extrato e frações das folhas do *Syzygium cumini*. A análise fitoquímica preliminar indica os grupos de metabólitos secundários relevantes.

O estudo fitoquímico do extrato hidroetanólico apresentou os seguintes grupos químicos: catequinas, fenóis, flavononas, flavonas, flavonóis, leucoantocianidinas, saponinas, taninos, triterpenóides pentacíclicos livres e xantonas. Nas demais frações foram encontradas a presença dos constituintes semelhantes a do EHE, porém nas frações FAE, FC e FHM não foram encontradas a presença de fenóis, e triterpenóides pentacíclicos livres, já em relação a presença de esteroides foram encontradas nas frações ativas do *Syzygium Cumini*, enquanto que no EHE não foi detectado, e referente a leucoantocianidinas somente na FAE não foi encontrada. Como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1- Constituinte químicos do extrato hidroetanólico e das frações ativas de *Syzygium cumini*

Constituintes Químicos	EHE	FAE	FC	FHM
Antocianidinas	-	-	-	-
Antocianinas	-	-	-	-
Catequinas	+	+	+	+
Chalconas e Auronas	-	-	-	-
Esteróides	-	+	+	+
Fenóis	+	-	-	-
Flavononas	-	+	+	+
Flavononóis	+	+	+	+
Flavonas	+	+	+	+

Flavanoides	-	-	-	-
Flavonóis	+	+	+	+
Leucoantocianidinas	+	-	+	+
Saponinas	+	+	+	+
Taninos	+	+	+	+
Triterpenóides pentacíclicos livres	+	-	-	-
Xantonas	+	+	+	+

(+): Presença do metabólito (-): Ausência do metabólito

Fonte: Autor, 2020.

De acordo com os resultados obtidos, concluiu que é de suma importância o estudo da composição fenólica, quantificação dos flavonóides e do potencial antioxidante da espécie *Syzygium cumini*, visto que, os compostos com poder antioxidante, principalmente os compostos fenólicos, têm gerado muito interesse, pois os mesmos proporcionam inúmeros benefícios à saúde humana, já que sequestram os radicais livres e interrompe o processo oxidativo no corpo humano prevenindo desta forma o surgimento de doenças.

Conforme trabalho proposto por Brandão *et al.* (2011) quantificando compostos fenólicos em frutos de jambolão pelo método de Folin-Ciocalteu também encontraram quantidades maiores de compostos fenólicos em frutos imaturos e afirmaram que diminuição de compostos fenólicos indica maturidade apresentando resultados semelhantes ao presente estudo.

No trabalho de Rodrigues *et al.* (2018), o extrato etanólico obtido foi utilizado para a determinação dos teores de fenólicos totais, também pelo método espectrofotométrico, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu. Ele relata que por meio de uma análise qualitativa foi possível à identificação de alguns metabólitos secundários, estes que foram detectados através da mudança de coloração ou formação de precipitado.

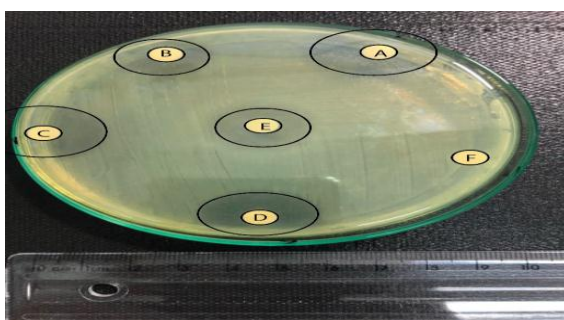
Rodrigues *et al.* (2018) relatam que de acordo com Coelho (2014) as flavonas e dos flavonóis dispõem de vastas propriedades fitoterápicas, com ações anticarcinogênica, antiinflamatória, antioxidante, antiestrogênica, entre várias outras. Em conformidade com Pereira e Cardoso (2012), as catequinas oferecem alguns benefícios ao organismo como minimizar variados tipos de câncer, redução do colesterol sérico e estímulo do sistema imunológico. As saponinas ganham ênfase por ser capaz de impedir a absorção do colesterol no tubo digestivo, além da sua ação antitumoral.

4.2 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

4.2.1. Teste de difusão em ágar

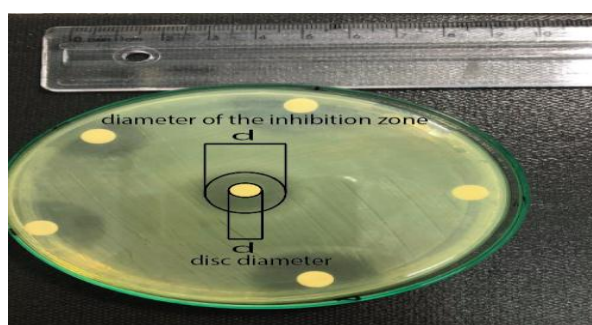
Considerando os resultados obtidos o extrato hidroalcólico e a fração de Acetato de Etila na avaliação antimicrobiana, utilizando o método da difusão em ágar-poço, apresentaram atividade bacteriana dentre as bactérias testadas. As cepas de *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* e *Streptococcus mutans*, apresentaram os resultados mais satisfatórios. A medida da sensibilidade foi baseada no critério de suscetibilidade sugerido por Santos *et al.* (2011), onde o diâmetro do halo de inibição do crescimento ≥ 14 mm = sensível; 9 a 14 mm = intermediário; e ≤ 8 mm = resistente. As Figuras 3 e 4 ilustram a formação dos halos de inibição.

Figura 3- Formação do Halo de inibição.



Fonte: Autor, 2020.

Figura 4- Diâmetro do halo de inibição



Fonte: Autor, 2020.

De acordo com Scalbert (1991), esta atividade antibacteriana ocorre, principalmente, por causa de metabólitos secundários como os taninos, que atuam sobre as membranas celulares dos micro-organismos, modificando o seu metabolismo. O Quadro 3 apresenta os resultados referentes ao extrato

bruto e as frações ativas, onde a fração de Acetato de Etila apresentou a melhor atividade.

Quadro 3 – Média do teste qualitativo da atividade antimicrobiana do extrato hidretanólico e frações da *syzygium cumini*.

Cepas	EHE	SEM	FAE	SEN	FC	SEN	FHM	SEN
<i>K. pneumoniae</i>	8mm	R	12,5mm	I	0 mm	R	0mm	R
<i>E. coli</i>	8,5mm	R	11mm	I	0 mm	R	0mm	R
<i>S. mutans</i>	8 mm	R	12 mm	I	0 mm	R	0mm	R

EHE- Extrato Hidretanólico; FAE- Fração de Acetato de Etila; FC- Fração Clorofórmica; FHM- fração hidrometanólica.

R – resistente; I – intermediário ; S - sensível ; SEN – sensibilidade).

Fonte: Autor, 2020.

Resultados semelhantes ao deste trabalho foram encontrados em estudo realizado por Malta *et al.* (2018) sobre atividade antimicrobiana de extratos fenólicos de jambolão, butiá, pimenta rosa e marcela, onde os extratos fenólicos do jambolão e do butiá apresentaram 11,7 e 12,5 mm de halo de inibição, respectivamente, para *Staphylococcus aureus*, sendo considerados extratos moderadamente ativos. Já para *Escherichia coli* não foi possível observar atividade nas concentrações estudadas, pois essa resistência pode estar ligada as diferenças na estrutura celular desses grupos de bactérias, uma vez que a membrana externa da bactéria gram-negativa é extremamente hidrofílica, atuando como uma barreira à permeabilidade.

Conforme Silveira *et al.* (2009), o método de difusão em disco é baseado na difusão radial das substâncias e a provável presença de partículas em suspensão na amostra a ser testada não interfere na difusão da substância antimicrobiana no ágar, o que torna este método adequado para experimentar a difusão de substâncias em extratos etanólicos de plantas.

Resultados obtidos em estudos realizados por Lima *et al.* (2000), constata que o extrato hidroalcóolico das folhas de Jamelão na avaliação antimicrobiana, utilizando o método da difusão em ágar (poço), apresentou atividade antibacteriana em relação a três cepas bacterianas testadas. Loguercio *et al.* (2005), também utilizaram o método de difusão em disco, para determinar a atividade antibacteriana de extrato hidroalcóolico de folhas de *Syzygium cumini* demonstrando atividade antimicrobiana.

Segundo Lima (2011) as concentrações do extrato de *Syzygium cumini* analisadas pelo método padronizado de difusão em poços provocaram a inibição microbiana pela constatação da formação dos halos de inibição ao redor dos poços onde foram dispensadas. E que conforme os resultados obtidos podem sugerir que em todas as bactérias estudadas o extrato hidroalcoólico de *Syzygium cumini* se mostrou eficaz em todas as concentrações testadas.

Segundo Oliveira (2004), a atividade antimicrobiana representada pelo extrato hidroalcoólico de Jamelão, ocasionando a inibição do crescimento de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, nas concentrações padronizadas, está relacionada à composição química da planta tais como taninos, saponinas, glicosídeos, peptídeos e terpenóides).

Ainda no trabalho de Oliveira (2004), foi relatado que estudos semelhantes, realizados por Chattopahyay, Sinha e Vaid (1998), com extrato aquoso e alcoólico (95%), demonstraram inibição em concentrações variáveis contra bactérias Gram-positivas (*Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis*) e a grande parte das Gram-negativas (*Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Morganella morganii* e *Pseudomonas aeruginosa*).

Cunico *et al.* (2004), afirma que a resistência de micro-organismos aos agentes antimicrobianos é uma questão de saúde pública mundial, que necessita não apenas da elaboração e pesquisa de novas substâncias antimicrobianas, mas também de novos regulamentos para o tratamento de infecções bacterianas. Diante disso, o desenvolvimento de novos testes químicos, farmacológicos e clínicos realizados com *Syzygiumcumini*, pode contribuir muito com a pesquisa de novos antimicrobiano de origem vegetal. E a técnica de difusão em ágar é a mais indicada para avaliar os diversos antimicrobianos (OLIVEIRA, 2005 citado por FARMACOPÉIA BRASILEIRA,1988).

4.2.2. Concentração inibitória mínima (CIM)

A atividade da fração de Acetato de Etila foi medida, em triplicata, frente às cepas de *Klebsiella pneumoniae* derivada ATCC 700603, *Escherichia coli* derivada ATCC 25922 e *Streptococcus mutans* INCQS 00446, havendo a diluição nas concentrações de 100ppm, 50ppm, 25ppm e 12,5ppm. Todas as cepas apresentaram sensibilidade à concentração de 50ppm. O que torna viável a incorporação de produtos farmacêuticos para tratamentos de diversas doenças.

Conforme pesquisa de Sá (2008), a determinação da concentração mínima do extrato para efetiva inibição e sinergismo foi realizada pela incorporação dos extratos e antibióticos aos meios de cultura líquidos. O maior potencial antimicrobiano foi analisado para os extratos de cravo e jamelão que inibiram, respectivamente, 64,2 e 57,1% dos micro-organismos, inclusive com melhor atividade sobre os micro-organismos resistentes a antibióticos (83,3%).

5 CONCLUSÃO

Em virtude do alto potencial antimicrobiano e antioxidante encontrados no *Syzygium cumini* (jamelão) esta espécie representa uma ótima alternativa a ser inserida ao conjunto farmacêutico e com maior aprofundamento das pesquisas também ser inserida no setor alimentício.

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se que diante da prospecção fitoquímica, o extrato hidroetanólico e as frações das folhas de *Syzygium cumini* possui metabólitos secundários importantes, tais como catequinas, fenóis, flavononas, flavonas, flavonóis, leucoantocianidinas, taninos, esteroides, saponinas, triterpenóides pentacíclicos livres e xantonas que são propícios a inibição do crescimento bacteriano.

A fração de Acetato de Etila apresentou resultados mais significativos na sua ação antibacteriana frente às bactérias *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* e *Streptococcus mutans*, em comparação as outras frações. Onde permite sugerir que a fração de Acetato de Etila possui uma perspectiva potencial de estudos futuros para melhor descrição das substâncias encontradas na planta.

Diante disso, é possível comprovar que a planta *Syzygium cumini* contém compostos que apresenta ação antimicrobiana que podem ser inseridas como novas alternativas ao conjunto farmacêutico. Porém, são recentes as pesquisas com o *Syzygium cumini* e novos estudos podem ser bastante inovadores e possibilitar uma gama de aplicação desta planta que tem apresentado alto potencial.

REFERÊNCIAS

AGRA, M.F, *et al.* Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Rev Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.3, p.472-508, 2008.

AKIYAMA, H. *et al.* Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. *J. Antimicrob. Chemother*, v. 48, n. 4, p. 487-491, 2001.

ALBERTON, J.R.; *et al.* Caracterização farmacognóstica do jambolão (*Syzygium Cumini* (L.) Skeels). **Rev Brasileira de Farmacognosia**, v. n. 11, p. 37-50, 2001.

BAUER, A.W. *et al.* Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **Am. J. Clin. Microbiol**, n. 40, p.2413-5, 1966.

BRAGA, F.G. *et al.* Antileishmanial and antifungal activity of plants used in traditional medicine in Brazil. *J. Ethnopharmacol*, v.111, n.2, p.396-402, 2007.

BRANDÃO, T.S. O de. *et al.* Changes in enzymes, phenolic compounds, tannins, and vitamin C in various stages of jambolan (*Syzygiumcumini* Lamark) development. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.4, p. 849-855, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. (2009). **MS elabora Relação de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS**. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_programa_nacional_plantas_medicinais_fitoterapicos.pdf. Acesso em: 08 set. 2020.

CRUZ, F.G. *et al.* Antibiotic activity of diterpenes from *Mikania triangularis*. **Fitoterapia**, Milão, v.67, n.1, p.189- 190, 1996.

CUNICO, M. M. *et al.* Atividade antimicrobiana do extrato bruto etanolico de raízes e partes aéreas de *Ottonia martiana* Miq. (Piperaceae). **Rev Brasileirade Farmacognosia**, V. 14, n. 2, p.97-103, 2004.

DAMASCENO, D. C. *et al.* Avaliação do efeito hipoglicemiante da sapogenina extraída de sementes de *Eugenia jambolana* Lam. **Rev Bras Plantas Med**4: 46-54, 2002.

FALKENBERG, M.B. *et al.* **Introdução à análise fitoquímica**. In: SIMÕES, C.M.O. (org.). *Farmacognosia- da planta ao medicamento*. 4.ed. Porto Alegre/ Florianópolis : UFRGS/UFSC, 2002. Cap.4, p.63-72.

GRANADA, G. G. *et al.* Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **B.CEPPA**, v. 22, n. 2, p. 405-422, 2004.

- GROVER, J.K. *et al.* Medicinal plants of India with anti-diabetic potential. **Journal of Ethnopharmacology**, v.81, p.81-100, 2002.
- GRUNDHOFER, P. *et al.* Biosynthesis and subcellular distribution of hydrolysable tannins. **Phytochemistry**, v. 57; p. 915-927, 2001.
- IZZO, A.A. *et al.* Biological screening of Italian medicinal plants for antibacterial activity. **Phytotherapy Research, West Sussex**, v.9, n.4, p.281-286, 1995.
- JANSEN, A.M. *et al.* Antimicrobial activity of essential oils: a 1976-1986 literature review. Aspects of test methods. **Planta Medica, Stuttgart**, v.40, n.4, p.395-398, 1987.
- LEITÃO, F, *et al.* Urbanethnobotany in Petrópolis and Nova Friburgo (Rio de Janeiro, Brazil). **Rev Brasileira de Farmacognosia**, v.19, n.1B, pp. 333- 342, 2009.
- LEMOS, T.L.G. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from Brazilian plants. **Fitoterapia**, Milão, v.63, n.2, p.266-268, 1992.
- LIMA, L.A, *et al.* **Correlation of anti-inflammatory activity with phenolic content in the leaves of syzygiumcumini (L.) skeels (myrtaceae).** Química Nova, vol.30, n.4, pp. 860-864, 2007.
- LIMA, L.A. *et al.* **Correlation of anti-inflammatory activity with phenolic content in the leaves of Syzygiumcumini (L.) skeels (Myrtaceae).** Química Nova, v.30, n.4, p.860-864, 2000.
- LOGUERCIO, A. P. *et al.* Atividade antibacteriana de extrato hidro-alcoólico de folhas de jambolão (*Syzygiumcumini* (L.) Skells). **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 371–376, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/cr/v35n2/a19v35n2.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.
- LYELL, J. On the use of gallic acid in the treatment of albuminuria. **The Lancet**, v.54, p. 608 – 609, 1849.7.
- MACHADO, A. M. O.; GALES, A. C. **Interpretacao de dados microbiologicos.** Anvisa. 2008. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/servicos/controle/rede_rm/cursos/atm_racion_al/modulo2/metodos1.2.htm. Acesso em: 24 jun. 2019.
- MAHMOUD, I.I. *et al.* Acylated flavonolglycosides from *Eugenia jambolana* leaves. **Phytochemistry**, v 58, p 1239-1244, 2001.

MALTA, D. S. *et al.* Atividade antimicrobiana de extratos fenólicos de jambolão, butiá, pimenta rosa e marcela. Publicado: 08 ago. 2018. v. 2 (2018): II SIMPÓSIO EM SAÚDE E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL. Disponível em : <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SSA/article/view/839>. Acesso em: 30 set. 2020.

MARISELVAM, R. *et al.* Eco friendly natural dyes from *Syzygiumcumini* (L) (Jambolan) fruit seed endosperm and to preparation of antimicrobial fabric and their washing properties. **Fibers and Polymers**, v. 18, n. 3, p. 460–464, 30 mar. 2017.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 3ed/ Francisco José de Abreu Matos. – Fortaleza: Edições UFC, 2009.

MATOS, F.J.A. *et al.* Chemical constituents and antimicrobial activity of *Vatairea macrocarpa* Ducke. **Acta Amazonica**, Manaus, v.18, n.3, p.351-352, 1988.

MIGLIATO, K. F. *et al.* **Syzygiumcumini (L) Skeels –jambolão: estudo farmacognóstico, otimização do processo extrativo, determinação da atividade antimicrobiana do extrato e avaliação da atividade anti-séptica de um sabonete líquido contendo o referido extrato**. 2005. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2005. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88601/migliato_kf_me_arafc_f.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 13 jun. 2019.

MIGLIATO, K. F. *et al.* Ação farmacológica de *Syzygiumcumini* (L.) skeels. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 25, n. 2, p. 310–314, 2006. Disponível em: http://latamipharm.org/trabajos/25/2/LAJOP_25_2_7_1_VT8TJCFFDG.pdf. Acesso em: 13 jun. 2019.

MOREIRA, A.V.B. *et al.* Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **RevNutr** 2004; p.411-24, 2004.

MORTON, J. F. Fruits of warm climates. Miami: **AgScience**, 559p, 1987.

NACZK, M.; SHAHIDI, F.; Extraction and analysis of phenolics in food. **J Chromatogr A**; 1054; p. 95-111, 2004.

NASCIMENTO, G.G.F. *et al.* Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, p. 247-256, 2000.

NASCIMENTO, S.C. *et al.* Antimicrobial and cytotoxic activities in plants from Pernambuco, Brazil. **Fitoterapia**, Milão,v.61, n.3, p.353-355, 1990.

OHNO, Y. *et al.* Induction of apoptosis by gallic acid in lung cancer cells. **AnticancerDrugs**, 10, 845-851, 1990.

OLIVEIRA, A. G.D. *et al.* **Microemulsões: Estrutura e aplicações como sistema de liberação de fármacos**. Química Nova, v. 27, n. 1, p. 131–138, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n1/18821.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Fundamentos de farmacobotânica**, 2ª ed., Atheneu: São Paulo, 2000.

OSTROSKY, E. A. *et al.* Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da CMI de plantas medicinais. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**. v. 18, n. 2, p. 301–307, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v18n2/26.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2019.

PEPATO, M.T. *et al.* Fruit of the jambolantree (*Eugenia jambolana* Lam.) and experimental diabetes. *J. Ethnopharmacol.*, v.96, n.1-2, p.43-48, 2004.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. Vol. 3, nº 4: p. 146-152. 2012. ISSN-2179-4804, 2012.

PESQUISA EM BASE DE PATENTES, Disponível em: <http://patft.uspto.gov/>. Acesso em: jun. 2019.

PESQUISA EM BASE DE PATENTES, Disponível em: <http://www.epo.org/index.html>. Acesso em: jun. 2019.

PESQUISA EM BASE DE PATENTES, Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/portal/>. Acesso em: jun. 2019.

PESQUISA EM BASE DE PATENTES, Disponível em: <http://www.jpo.go.jp/>. Acesso em: jun. 2019.

PESQUISA EM BASE DE PATENTES, Disponível em: <http://www.wipo.int/portal/index.html>. Acesso em: jun. 2019 .

RAMIREZ, R.O. *et al.* The gastroprotective effect of tannins extracted from duhat (*Syzygium cumini* Skeels) bark on HCl/ethanol induced gastric mucosal injury in Sprague-Dawley rats. **Journal Clinical Hemorheology and Microcirculation**, v. 29, n. 3-4, pp. 253 – 261, 2003.

RAVI, K. *et al.* Protective effect of *Eugenia jambolana* seed kernel on tissue antioxidants in streptozotocin-induced diabetic rats. **Biological & pharmaceutical bulletin**, v. 27, n. 8, p. 1212–7, ago. 2004.

REYNERTSON, K.A. *et al.* Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, v.109, p.883-890, 2008.

RODRIGUES, M.A. *et al.* Avaliação antioxidante da folha da espécie vegetal brinco-de-viúva (*Syzygium Cumini* L.). 70ª Reunião Anual da SBPC - 22 a 28 de julho de 2018 - UFAL - Maceió / AL. Disponível em: http://sbpcnet.org.br/livro/70ra/trabalhos/resumos/2468_14847760699aeb4842707088665fcc673.pdf. Acesso em: 08 set. 2020.

SÁ, A. P. C. S. **Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini* L. Skeels)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.88p.

SAMPSON, G. On the use of gallic acid in cases of albuminous urine. **The Lancet**, v. 54, p. 577 – 578, 1849.

SANTOS, F. D. *et al.* Atividade antibacteriana de extratos vegetais. **Rev de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.12, n.1, p.39-46, 1990.

SANTOS, V.L. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de *Maytenus rigida* Mart. (Celastraceae). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.13, n.1, p.68-72, 2011.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*. **Chichester**, v.30, n.12, p.3875-3883, 1991.

SHARMA, N. F. Hypoglycaemic and hypolipidemic effect of ethanolic extract of seeds of *Eugenia jambolana* in alloxan-induced diabetic rabbits. **Journal of Ethnopharmacology**, v 85, p 201- 206, 2003..

SINGLETON, V.L. *et al.* Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods Enzymology**. v. 299, p.152 -178, 1999.

SOUZA, M.M. *et al.* Aplicações de *Syzygium cumini* (L.) Skeels na indústria alimentícia: uma prospecção tecnológica. **Rev Brasileira de Biodiversidade e Biotecnologia**. GPI Cursos - Teresina-PI - CNPJ:14.378.615/0001-60.

Disponível em : <https://gpicursos.com/slab2015/Sistema/trabalho-pdf.php?id=685>. Acesso em : 20 abr. 2020.

TATUM, C.T.S. Potencialidades e aplicações do jamelão, *Syzygium cumini*. Proceeding of ISTI/SIMTEC – ISSN:2318-3403 Aracaju/SE – 19 a 21/09/2018. Vol. 9/n.1/ p.671-678 671 D.O.I.: 10.7198/S2318-3403201800010076. **International Symposium on technological innovation**. September 19 th to 21th, 2018. Aracaju, Sergipe, Brazil. Disponível em: <http://www.api.org.br/conferences/index.php/ISTI2018/ISTI2018/paper/viewFile/627/335>. Acesso em: 08 set. 2020.

TIMBOLA, A.K. *et al.* **A new flavonol from leaves of *Eugenia jambolana***. Fitoterapia, 73, 174-176.

VEBER, J. *et al.* Determinação dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante de extratos aquosos e etanólicos de Jambolão (*Syzygiumcumini* L.). **Revi Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 17, n. 2, p. 267–273, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v17n2/1516-0572-rbpm-17-2-0267.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

VEIGAS, J.M. *et al.* Chemical nature, stability and bioefficacies of anthocyanins from fruit peel of *Syzygiumcumini* Skeels. **FoodChemistry**, v.105, p.619-627, 2007.

ZANOELLO, A. M. *et al.* Efeito protetor do *Syzygiumcumini* contra diabetes mellitus induzido por aloxano em ratos. **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v. 21, n. 1, p. 31–35, 2002. Disponível em: http://www.latamjpharm.org/trabajos/21/1/LAJOP_21_1_1_6_XMNEVGSPQ4.pdf. Acesso em: 14 jun. 2019.