



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA
AFROBRASILEIRA – UNILAB**

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO – PROGRAD

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA - ICEN

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA.

Adrielly Santos Pereira

**ABORDAGEM FITOQUÍMICO DAS FOLHAS DE *SYGYGIUM MALACCENS* (L) MERR.&
L.**

REDENÇÃO-CE

2022

Adrielly Santos Pereira

**ABORDAGEM FITOQUÍMICO DAS FOLHAS DE *SYGYGIUM MALACCENS* (L) MERR.&
L.**

Projeto de pesquisa apresentado como parte dos requisitos para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e obtenção de grau licenciado no Curso de Licenciatura em Química, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza-ICEN da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira-UNILAB.

Orientadora: Profa. Dra. Mônica Regina Silva de Araújo.

REDENÇÃO – CE

2022

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Pereira, Adrielly Santos.

P489a

Abordagem fitoquímico das folhas de *Syzygium Malaccens* L Merr.&
L / Adrielly Santos Pereira. - Redenção, 2022.
48f: il.

Monografia - Curso de Química, Instituto de Ciências Exatas e da
Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia
Afro-Brasileira, Redenção, 2022.

Orientador: Profa. Dra Mônica Regina Silva de Araújo.

1. Metabólitos Secundários. 2. Myrtaceae. 3. *Syzygium*
malaccense. 4. Testes fitoquímico. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 581.1

ADRIELLY SANTOS PEREIRA

ABORDAGEM FITOQUÍMICO DAS FOLHAS DE *SYGYGIUM MALACCENS* (L) MERR.& L.

Projeto de pesquisa apresentado como parte dos requisitos para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e obtenção de grau licenciado no Curso de Licenciatura em Química, do Instituto de Ciências Exatas e da Natureza-ICEN da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira-UNILAB. Orientadora: Profa. Dra. Mônica Regina Silva de Araújo.

Aprovado em: 28/01/2022

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra Mônica Regina Silva de Araújo (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB / ICEN

Profa. Dra Renata Paiva dos Santos (Examinadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará –IFCE/Campus Baturite

Profa. Viviane Gomes Pereira Ribeiro (Examinadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB / ICEN

Dedico este trabalho aos meus pais (Adriana e Paulo Sergio) a minha irmã (Lethícia) e toda minha família que sempre torceram por mim.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente aos meus pais e minhas irmã, Adriana de Aquino Santos, Paulo Sérgio Rocha Pereira e Lethícia Santos Pereira, por estarem sempre presentes, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus familiares, tios, tias, avos, primos por todo o apoio e pela ajuda, por nunca deixarem eu desistir.

Aos mesmo amigos de universidade, Beatriz, Leticia, Rodrigo, Luan e Dandara, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado que foi essencial ao longo da jornada.

Aos meus colegas de turma, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado e por todo o companheirismo ao longo deste percurso

Agradeço aos meus professores do ICEN: Aluísio Marques da Fonseca, Jose Berto Neto, Eveline de Abreu Menezes, Regilany Paulo Colares, Cleide Maria da Silva Leite, Lívia Paulia Dias Ribeiro, Viviane Gomes Pereira Ribeiro e os técnicos de laboratório, por todas disponibilidades em ajudar e por todo o conhecimento.

Não poderia deixar de agradecer minha orientadora Profa. Dra. Mônica Regina Silva de Araújo, pelo profissionalismo que em nenhum momento mediu esforços para a ajuda da pesquisa para a confecção deste trabalho, que foi dedica, atenciosa e caminheira, muito obrigado por todos os ensinamento.

À instituição de ensino Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado

RESUMO

A espécie vegetal *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry pertencente à família Myrtaceae. Polularmente conhecida como jambo vermelho, é uma planta de frutos comestíveis, são ricas em taninos e saponinas o estudo das folhas apresenta utilizações na medicina como diurético ou no tratamento de infecções. O presente trabalho teve como objetivo realizar testes fitoquímicos preliminares para levantamento das classes de metabólitos secundários presentes, analisar o extrato obtidoatravés de cromatografia em camada delgada (CCD), investigação dos potenciais antioxidante e fenóis totais na amostra. Os testes fitoquímicos consistiram na identificação dos metabólitos secundários baseado na coloração do extrato diluídos em solução hidro alcóolica e reagentes específicos para cada teste. A atividade antioxidante foi realizada pelo método DPPH e determinação de fenóis totais pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteau. Os metabólitos secundários encontrados no extrato etanólico foram taninos, chalconas,auronas,esteroides e alcaloides. Na análise em CCD utilizando como eluentes Hexano-Acetato de Etila (8:2) e Clorofórmio-Metanol (9:1) pulverizadas com solução se sulfato cérico $[Ce(SO_4)_2]$, revelarama possível presença de isoprenóides, sugere-se também a presença de clorofila e a presença de substâncias de natureza terpernoidica. O extrato etanólico das folhas da espécie *Syzygium malaccense* apresentou em seu maior valor %AA de $(27,39 \pm 5,49)$ no teste antioxidante e conteúdo de fenóis totais do extrato EtOH *Syzygium malaccense* (L.) apresentou um valor de $80,26 \pm 0,51$ mg EAG/g. Assim, este estudo contribuiu para o conhecimento fitoquímicos da espécie *Syzygium malaccense* e da família Myrtaceae.

Palavras- Chaves: Metabólitos Secundários. Myrtaceae. *Syzygium malaccense*. Testes fitoquímico

ABSTRACT

The plant species *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry belonging to the Myrtaceae. It is popularly known as malay rose apple, family is a plant with edible fruits, rich in tannins and saponins. The present work aimed to perform preliminary phytochemical tests to survey the classes of secondary metabolites present, analyze the extract obtained through thin layer chromatography (TLC), investigation of the antioxidant potential and total phenols in the sample. The phytochemical tests consisted in the identification of secondary metabolites based on the staining of the extract diluted in hydro alcoholic solution and specific reagents for each test. The antioxidant activity was performed by the DPPH method and determination of total phenols by the Folin-Ciocalteu colorimetric method. The secondary metabolites found in the ethanolic extract were tannins, chalcones, auronones, steroids and alkaloids. In the CCD analysis using as eluents Hexane-Ethyl Acetate (8:2) and Chloroform-Methanol (9:1) pulverized with solution of ceric sulfate [Ce(SO₄)₂], revealed the possible presence of isoprenoids, it is also suggested the presence of chlorophyll and the presence of substances of terpenoidic nature. The ethanolic extract of the leaves of *Syzygium malaccense* species showed in its highest %AA value of (27.39 ± 5.49) in the antioxidant test and total phenols content of EtOH extract *Syzygium malaccense* (L.) showed a value of 80.26 ± 0.51 mg EAG/g. Thus, this study contributed to the phytochemical knowledge of *Syzygium malaccense* species and Myrtaceae family.

Key words: Secondary metabolites. Myrtaceae. *Syzygium malaccense*. Test phytochemicals.

LISTA DE FIGURAS.

Figura 01	Flavonóides isolados na espécie <i>Syzygium malaccense</i>	16
Figura 02	Fluxograma simplificado da rota de biossíntese de terpenos.....	20
Figura 03	<i>Syzygium malaccense</i> (l.).....	23
Figura 04	Estabilização do radical livre DPPH.....	25
Figura 05	Preparação do extrato das folhas de <i>Syzygium malaccens</i> (L) Merr.& L	29
Figura 06	Análise fitoquímica do extrato etanólico das folhas de <i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L. M. Perry.....	36
Figura 07	Cromatoplacas do extrato etanólico das folhas <i>Syzygium malaccense</i>	38

LISTA DE GRÁFICOS.

Gráfico 1	Partes da espécie estudada.....	34
Gráfico 2	Solventes Utilizados.....	34
Gráfico 3	Percentual de atividade antioxidante do extrato etanólico <i>Syzygium malaccense</i> Tempo de reação com DPPH: 30 mim.....	39
Gráfico 4	Percentual de atividade antioxidante do extrato etanólico nome da planta. Controle positivo: BTH (butil-hidroxitolueno). Tempo de reação com DPPH: 30 min.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Massa total e o rendimento dos extrato etanólico das folhas <i>Syzygium malaccense</i>	34
Tabela 2	Resultados da abordagem fotoquímica presente dos extratos etanólico das folhas <i>Syzygium malaccense</i>	35
Tabela 3	Percentuais de atividade antioxidante (%AA) do extrato etanólico <i>Syzygium malaccense</i>	39
Tabela 4	Percentual de atividade antioxidante (%AA) e Conteúdos de Fenóis Totais (FT) do extrato etanólico <i>Syzygium malaccense(L)</i>	40

LISTA DE SIGLAS /ABREVIATURAS

[Ce(SO ₄) ₂]	Sulfato cérico
Abs	Absorbância
BHT	hidroxitolueno butilado
CCD	Cromatografia em camada delgada
CE	Concentração Eficiente
CI ₅₀	Concentração inibitória média
CO ₂	Dióxido de carbono
DMSO	Dimetilsulfóxido
DPPH	2,2 difenil-1-picrilhidrazila
EEFSM	Extrato etanólico das folhas <i>Syzygium malaccense(L)</i>
EtOH	álcool etílico
OMS	Organização Mundial de Saúde
FeCl ₃	Cloreto férrico
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
HCl	Ácido clorídrico
MeOH	Metanol
Na ₂ CO ₃	Carbonato de Sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
UNILAB	Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivos Gerais.	17
1.2.2 Objetivos Específicos.....	17
2.0 REFERENCIAL TEÓRICO.	18
2.1 Produtos Naturais	18
2.2 Metabolismo Vegetal.	18
2.3 Família e Espécie.....	21
2.3.1 Família Myrtaceae.....	21
3.3.2 Espécie	22
2.4 Atividade antioxidante	24
2.6 Atividade fotoprotetora	27
3.0 METODOLOGIA.....	29
3.1 Levantamento Bibliográfico.....	29
3.2 Coleta e obtenção dos Extratos Vegetais	29
3.3 Testes Fitoquímicos.....	30
3.3.1 Testes para fenóis e taninos.....	30
3.3.2 Testes para antocianinas, antocianidinas e flavonoides	30
3.3.3 Testes para leucoantocianidinas, catequinas, e flavonas.....	30
3.3.4 Teste para flavonóis, flavanona, flavanonois e xantonas.....	30
3.3.5 Teste para esteróides e triterpenos (Lieberman Burchard).....	30
3.3.6 Teste para alcaloides	31
3.4 Cromatografia em camada delgada (CCD)	31
3.5 Determinação do conteúdo de Fenóis Totais (FT)	31
3.6 Teste da atividade antirradicalar	32
3.7 Atividade Fotoprotetora.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Levantamento bibliográfico.	34
4.2 Obtenção dos extratos	34

4.2 Identificação dos metabólitos secundários	35
4.3 Cromatografia em camada delgada (CCD).....	38
4.4 Avaliação da atividade antirradicalar (AA) e Fenóis Totais.	38
5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1.0 INTRODUÇÃO

A natureza produz a grande maioria das substâncias orgânicas que são conhecidas atualmente. O reino vegetal tem grande contribuição no fornecimento de substâncias que se consagram como princípios ativos eficazes e que hoje são empregados no tratamento de doenças (SOUSA et al., 2011). O Brasil se situa em posição privilegiada para a ciência de produtos naturais, em decorrência de ser um dos países ricos em biodiversidade. De acordo com Organização Mundial da Saúde (OMS) 65-80% da população dos países em desenvolvimento dependiam das plantas medicinais como única forma de acesso aos cuidados básicos de saúde. (ALBIERO; PEREIRA, 2015).

O fato que gera interesse nos produtos encontrados na natureza é que esses apresentam enorme diversidade em termos de estrutura e de propriedades físico-químicas e biológicas (LUPE, 2007). Assim, o estudo de plantas medicinais têm contribuído fortemente para o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas por meio de seus metabólitos secundários, que pode atuar de forma direta ou indireta no organismo, podendo inibir ou ativar importantes alvos moleculares e celulares, além disso as plantas medicinais e seus derivados fornece medicamentos fitoterápicos, e cosméticos entre outras contribuições. (BALBINO; DIAS, 2010; FIRMO, 2011)

A família Myrtaceae constitui uma das mais importantes famílias de Angiospermas no Brasil. De acordo com Soares e Silva (2000), a família Myrtaceae corresponde a 1,32% do total de angiospermas conhecidas. Estudos anteriores demonstraram que os frutos desta família Myrtaceae apresentam compostos fenólicos, como ácido elágico, rutina e quercetina, que contribuem para a atividade antioxidante. (RAMADHANIA, 2017).

Dentre os gêneros pertencentes à família Myrtaceae, destacamos o *Syzygium*, que possui distribuição mundial nativa dos trópicos (AYYANAR e SUBASH-BABU, 2012). A vegetação do gênero *Syzygium* apresenta folhas que são ricas em taninos e saponinas. A casca, as folhas e as sementes são bastante adstringentes. O suco dos frutos é utilizado como adstringente, diurético, antidiabético e estomáquico. (KAPOOR, 1990).

O jambo vermelho (*S. malaccense*) faz parte da família Myrtaceae sendo uma fruta comum no Brasil, e a partir de estudos fitoquímicos realizados nas folhas, levaram ao isolamento de quatro flavonoides com propriedades antioxidante, outro estudo demonstrou que diferentes partes da planta de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & LM Perry têm sido amplamente utilizadas para tratar o diabetes tradicionalmente no Brasil (NOREEN et.al, 1998; JANG et.al., 1997).

Segundo Simões (2001), atualmente os estudos fotoquímicos abrangem a utilização de vegetais, e não apenas a plantas medicinais, para obtenção ou desenvolvimento de medicamentos, ou seja, como fonte de matéria-prima farmacêutica, a descoberta de substâncias ativas de plantas como protótipo de fármacos, bem como o desenvolvimento de fitoterápicos. Diante do potencial dessas plantas levando em consideração sua utilização popular, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma abordagem fitoquímica e farmacológica das folhas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr & Perry, ampliando informações acerca de suas atividades biológicas contribuíram para a documentação química e farmacológica da espécie.

1.1 Justificativa

As últimas décadas tem-se verificado um grande avanço científico envolvendo estudos químicos e farmacológicos de plantas medicinais que visam obter novas moléculas com propriedades terapêuticas (CECHINEL-FILHO & YUNES, 1998). A família Myrtaceae apresenta grande diversidade, tanto que no Brasil já foram relatadas 1.034 espécies e 23 gêneros (SILVA e MAZINE, 2016). Além disso a partir de estudos fitoquímicos com espécies dessa família demonstraram a ocorrência de óleos voláteis, antocianinas, taninos, ácido elágico, flavonoides, tais como isoquercetina, canferol, quercetina, miricetina e isoflavonoides (TELES et.al., 2018).

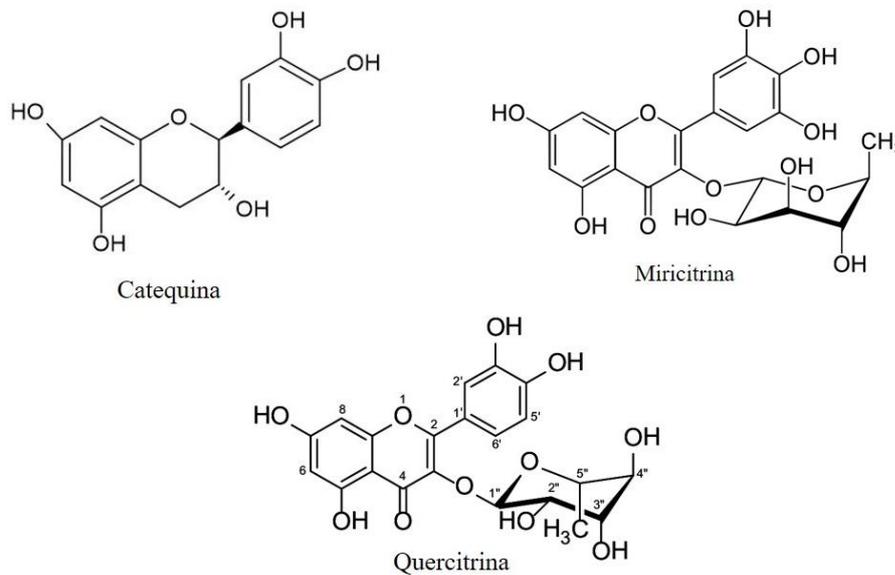
A família Myrtaceae é amplamente distribuída no hemisfério sul e no território brasileiro (SILVA e MAZINE, 2016). A relevância econômica de muitos exemplares de mirtáceas é evidenciado por espécies como o *Eucalyptus spp* (eucalipto) utilizado na produção de madeiras e na extração de óleos essenciais usados como aromatizantes. Outra espécie bastante comercializada é a *Psidium guajava* (goiabeira), frutífera apreciada pelas características de seus frutos consumidos in natura ou industrializados, que apresenta elevados teores de vitamina C e compostos antioxidantes, bem como suas propriedades antidiarreica difundida pela fitoterapia e etnofarmacologia (ZAHIN et al., 2017).

A espécie *E. malaccensis* L. (sinonímia: *Syzygium malaccense* Merr. & Perry), pertencente à família Myrtaceae, conhecida popularmente no Brasil como jambo vermelho, jambo roxo, faz parte das plantas medicinais do Estado de Alagoas, tendo folhas e os frutos usados como adstringentes e estimulantes do apetite, como diuréticos e no combate a anemias, principalmente pelas populações de baixo poder aquisitivo (Campelo, 1988).

Em várias partes do mundo, *Syzygium malaccense*, é empregada, na medicina popular, no tratamento de processos inflamatórios, febre, coceira, diabetes, catarro no pulmão,

tosse, dores de cabeça, disenteria e como diurético (Noreen et al. 1998). Estudo realizado demonstrou que os frutos dessa espécie apresentam ésteres, álcoois, aldeídos, terpenos e grande teor de compostos fenólicos totais, conferindo assim à fruta propriedades antioxidantes. (PINO et al., 2004). Estudos químicos efetuados com as folhas de *E.malaccensis* levaram ao isolamento de quatro flavonóides: catequina, mearnsitrina, miricitrina e quercitrina (Noreen et al., 1998).

Figura 1 - Flavonóides isolados na espécie *Syzygium malaccense*



Fonte: Noreen et al., 1998

O Brasil possui uma alta gama de espécies vegetais nativas que são consideradas medicinais (por possuir atividade biológica), porém poucas passaram por uma avaliação científica do seu uso, o que é essencial para comprovação de segurança para uso terapêutico na população (SIMOES, 2015). Perante o exposto, este trabalho terá sua importância na contribuição da pesquisa científica com base nos dados obtidos a partir da abordagem fitoquímica das folhas da *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & LM Perry, ampliando as informações no que refere às propriedades fitoquímicas da espécie.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Gerais.

- Realizar catalogação química e farmacológica da espécie *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & LM Perry bem como preparação de extratos para ensaios futuros.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Realizar o levantamento bibliográfico da espécie *Syzygium malaccense*, criar um banco de dados com informações obtidas sobre a espécie estudada;
- Coleta e realizar identificação botânica da espécie;
- Preparar o extrato etanólico das folhas *Syzygium malaccense*;
- Realizar testes fitoquímicos para levantamento das classes de metabólitos secundários presentes nas folhas da espécie;
- Analisar o extrato bruto obtido através de cromatografia em camada delgada (CCD);
- Investigar os potenciais antioxidante (DPPH) e fenóis totais na espécie *Syzygium malaccense*

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO.

2.1 Produtos Naturais

Produtos naturais são substâncias químicas encontradas em plantas, animais, fungos e bactérias que possuem uma determinada atividade biológica. Estes compostos são utilizados por esses seres vivos para sua defesa, metabolismo e desenvolvimento (CRAGG e NEWMAN, 2013). A natureza é uma das principais fontes de produtos naturais, que são empregados na humanidade há milênios, tendo registro de uso de ervas e folhas para cura de doenças e no controle de pragas (VIEGAS, 2006).

O estudo dos produtos naturais é uma sub área da química orgânica que está relacionada com estudos fitoquímicos das plantas, sendo responsável pelo isolamento e caracterização de substâncias naturais que advém do metabolismo secundário. Estas substâncias são importantes com aplicação na indústria farmacêutica. As plantas medicinais têm suas propriedades relacionadas aos compostos chamados de princípios ativos (JUNIOR e BOLZANI, 2006).

O interesse por novas substâncias farmacologicamente ativas, advindas de fontes naturais ou sintéticas, aumentou com o passar dos anos e resultaram no isolamento, extração e síntese de diversas moléculas bioativas (BERLINCK., et al, 2017). Fonte de pesquisa nessa área são os antioxidantes naturais sendo de grande interesse em diversas áreas, incluindo alimentos (conservantes) e farmacologia (proteção do organismo contra o dano oxidativo)(VELLOSA; BARBOSA; OLIVEIRA, 2007).

Por sua variedade e complexidade de metabólitos, as plantas medicinais são importantes para a pesquisa farmacológica e o desenvolvimento de drogas, não somente quando seus constituintes são usados diretamente como agentes terapêuticos, mas também como matérias-primas para a síntese, ou modelos para compostos farmacologicamente ativos (WHO, 1998).

2.2 Metabolismo Vegetal.

O estudo dos compostos químicos presentes nas plantas, tem acompanhado a evolução do homem através do tempo, muitos são exemplos de uso em agentes terapêuticos para tratamento de doenças (FOWLER, 2006). A natureza, de forma geral, tem produzido a maioria das substâncias orgânicas conhecidas. Dentre os diversos reinos da natureza, o reino vegetal é o que tem contribuído de forma mais significativa para o fornecimento de metabólitos secundários, muitos destes de grande valor agregado devido às suas aplicações como medicamentos, cosméticos, alimentos e agroquímicos (Pinto, et al., 2002).

O conjunto de reações químicas que ocorrem constantemente nas células designa-se por metabolismo (ALMEIDA,2017). As plantas são capazes de produzir compostos químicos como parte do seu metabolismo, que são caracterizados como metabolismo primário e secundário. Metabolismo primário das plantas está associado aos processos fotossintéticos que originam a formação de ácidos carboxílicos, aminoácidos, hidratos de carbono, ácido graxos, proteínas e ácidos nucleicos, todos envolvidos nos processos vitais da planta (Schaaf et al., 1995).

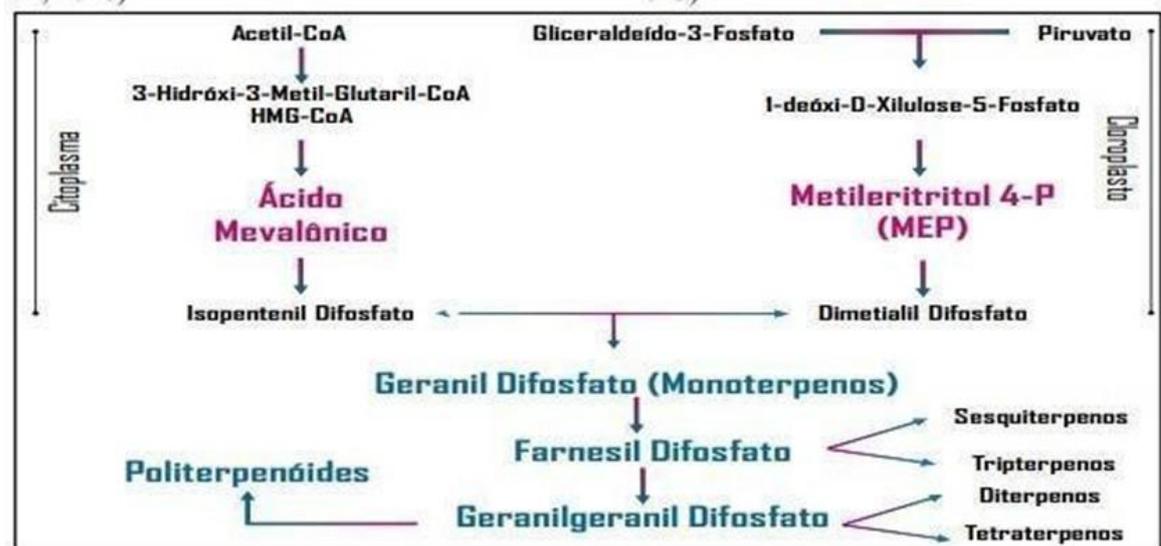
O metabolismo secundário é resultante de várias reações anabólicas e catabólicas das estruturas celulares, este processo metabólico é proveniente do metabolismo primário. O metabolismo secundário vegetal, através das substâncias formadas no metabolismo primário, forma vários compostos orgânicos; que por sua vez possuem atividade biológica. As principais classes de metabólitos secundários identificados em espécies vegetais são os compostos nitrogenados, compostos fenólicos ou fenóis e terpenos ou terpenóides, sendo classificados de acordo com a rota biossintética da qual foram originados e de sua composição (DELBONE; LANDO, 2010).

Metabolismo secundário tem importante função ecológicas nas plantas, como proteção contra herbívoros e patógenos, como atrativos para polinizadores e funcionam como agentes de competição entre plantas e de simbiose entre plantas e microrganismos (TAIZ; ZEIGER, 2006). Dentre as classes de metabólitos secundários de importância biológica destacam-se atualmente os alcaloides, terpenos, esteroides e os compostos fenólicos (NETO e LOPES, 2006).

Os terpenos ou terpenóides, são o maior grupo de metabólitos secundário (mais de 40.000 moléculas diferentes). Quimicamente, os terpenos podem ser definidos como “alcenos naturais”, isto é, apresentam uma dupla ligação carbono-carbono sendo caracterizado como um hidrocarboneto insaturado (FELIPE, 2017). Devido sua configuração de hidrocarbonetos, os terpenos geralmente insolúveis em água, e são gerados pela união de unidades de isopreno (C_5H_8) – normalmente, ligadas entre si. Dessa forma, os terpenos podem ser classificados de acordo com a quantidade de unidades repetidas de isopreno que sua estrutura possui como por exemplo Monoterpenos (C_{10}) Diterpenos (C_{20}), triterpenos (C_{30}) e Tetraterpenos (C_{40}) (FELIPE & BICAS, 2017 ; GARCIA & CARRIL,2009). Os terpenos são sintetizados a partir de metabólitos primários. Os terpenóides são formados por duas rotas principais de síntese: a rota do ácido mevalônico (MVA) e a rota do metileritritol fosfato (MEP) conforme demonstrado na Figura 2. (BORGES; AMORIM, 2020). Os terpenos são produzidos pelas plantas em resposta

a danos causados por insetos, neste caso, podem atrair predadores e parasitoides do inseto que estão se alimentando da planta, tais como fungos enteropatogênicos (RASMANN et al., 2005)

Figura 2. Fluxograma simplificado da rota de biossíntese de terpenos



Fonte: Borges e Amorim, 2020

Os compostos fenólicos são substâncias que possuem pelo menos um anel aromático no qual ao menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila, esse metabólito secundário é essencial para o desenvolvimento do vegetal, são classificados como antioxidantes naturais, sendo capazes de interagir com espécies radicalares (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010).

Os flavonoides são um grupo que constituem a maior classe de fenólicos vegetais, a estrutura química desse composto é formada a partir de 15 átomos de carbono organizados em dois anéis aromáticos ligados por uma cadeia de três carbonos (FERREIRA, OLIVEIRA; SANTOS, 2008). Os flavonoides podem ser divididos em seis grupos: flavonas, flavanonas, flavonois, flavanas, isoflavonoides, e antocianinas, com diversos efeitos biológicos, como atividade antioxidante, anti-inflamatória e antitumoral e inibição da danificação do colágeno. (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Os alcalóides são os principais compostos nitrogenados e são encontrados em aproximadamente 20% das espécies de plantas vasculares, mais frequentes em dicotiledôneas herbáceas e em poucas monocotiledôneas e gimnospermas (PAGARE et al., 2015). Os alcalóides nas sementes representam importantes fontes de nitrogênio durante a germinação, além de possuir propriedade de defensivo químico natural (BORGES; AMORIM 2020).

Sabe-se que muitas dessas substâncias estão diretamente envolvidas nos mecanismos que permitem a adequação do produtor a seu meio. Assim, despertam grande

interesse, não só pelas atividades biológicas exercidas pelas plantas em resposta aos estímulos do meio ambiente, mas também pela imensa atividade farmacológica que possuem (PEREIRA; CARDOSO,2012).

2.3 Família e Espécie.

2.3.1 Família Myrtaceae.

A família Myrtaceae compreende aproximadamente 100 gêneros e 3.500 espécies, distribuídas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com centros de diversidade na América tropical e Austrália e poucas espécies ocorrendo nas regiões temperadas (BARROSO, 1984).

É considerada uma das famílias mais bem representadas no Brasil, e compreende diversos tipos de vegetação como: Floresta Ombrófila ou Mata Atlântica de encostas. A família está dividida em duas subfamílias: Myrtoideae (com frutos característicos tipo baga e folhas opostas), sendo encontrado principalmente na América do Sul, e Leptospermoideae (apresenta frutos do tipo cápsulas e folhas alternadas ou opostas), com maior concentração na Austrália. No Brasil, todos os representantes nativos pertencem à subfamília Myrtoideae, onde inclui o gênero *Syzygium*. (Limberger et al., 2004; MORAIS; CONCEIÇÃO; NASCIMENTO;2014). A família Myrtaceae corresponde a 1,32% do total de angiospermas conhecidas, representando um total de 400 famílias (SOARES; SILVA 2000).

Os frutos dessa família tem grande importância econômica, pois várias espécies dessa família possui frutos comestíveis, ou são conhecidos por suas propriedades medicinais. Dentre as espécies apreciadas por seus frutos podemos citar a goiaba (*Psidium guajava* L.), a uva (*Eugenia uvalha* L. e *E. pyriformes* L.), a pitanga (*E. uniflora* L.), a cerejeira (*E. bracteata* Vell.), o jambo (*Syzygium malaccense* L.), além da jaboticaba (*Plinia cauliflora* L.) e do cambuci (*Campomanesia phaea*). Outros exemplos dessa espécie bastante comum é o cravo da Índia (*Syzygium aromaticum*) e a pimenta (*Pimenta officinales* Lindl) que são condimentos muito utilizados no mundo todo (MELO 2009).

Frutos dessa família também apresentam importância na área ecológica, pois seus frutos suculentos e carnosos são fontes de alimento à fauna silvestre. Muitos animais que se alimentam desses frutos acabam veiculando a dispersão das sementes e favorecendo a sobrevivência e permanência dessas espécies (MORAIS; CONCEIÇÃO; NASCIMENTO;2014).

De acordo (Barroso 1991) espécies de Myrtaceae possuem numerosos canais oleíferos nas folhas, flores, frutos e sementes. Folhas quase sempre opostas, raras ou subpostas, com nervura marginal. Suas flores em geral são brancas ou às vezes vermelhas, efêmeras, hermafroditas, de simetria radial, em geral pentâmeras, muitas das vezes com o receptáculo bem desenvolvido, polistêmones com deiscência mimosa e ovário sempre ínfero, com variado número de lóculos e de lóculos por óvulo.

A família Myrtaceae apresenta um número maior de espécies empregadas para fins medicinais, somando 71,4 % do total, espécies dessa família são empregadas principalmente em distúrbios gastrointestinais, estados hemorrágicos, doenças infecciosas, podendo sua ação estar relacionada às propriedades adstringentes da planta (CRUZ; KAPLAN, 2004).

De acordo com Barbosa e colaboradores (2018), às espécies da família Myrtaceae são conhecidas por seus estudos de óleos essenciais que apresentam propriedades aromáticas e medicinais, e frequentemente têm sido descritos em várias atividades biológicas, como ação antibacteriana, antiparasitário e antioxidante.

O gênero *Syzygium* é considerado um dos maiores da família Myrtaceae, possui distribuição mundial com cerca de 1200 espécies, que apesar de possuir essa distribuição mundial é considerada altamente desigual, sua prevalência é abundante em áreas tropicais e subtropicais (AYYANAR e SUBASH-BABU, 2012). Gênero *Syzygium* destaque-se por fornecer extratos utilizados na medicina tradicional como agentes antimicrobianos, anti-inflamatórios, antidiabéticos, nas arritmias e insuficiências cardíacas (MELO, 2009)

3.3.2 Espécie

O gênero *Syzygium*, compreende cerca de 1200-1800 espécies pertencentes à família Myrtaceae. Várias espécies do *Syzygium*, dão frutos que são comestíveis para os seres humanos, muitos dos quais são conhecidos como “Jambo”. *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry comumente conhecida como "maça da malaia rosa", "maça malaia" ou "maça da montanha” (CHEENICKAL., *et al*, 2016). É uma planta de frutos comestíveis e suas folhas são comumente utilizadas na medicina popular como diurético e no tratamento de infecções dérmicas, do trato gastrointestinal, respiratório bem como nas inflamações, pois possui a propriedade de inibir a ação da COX1 durante a biossíntese das prostaglandinas (Dunstan et al., 1997; Noreen et al., 1998).

O jambo vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry), é uma árvore da família Myrtaceae, tem origem na Malásia, conhecido como maçã do malaia. No Brasil, sendo popularmente conhecida com jambo-vermelho. As árvores podem crescer até 12-15m de

altura, com tronco reto e copa densa com forma piramidal e ramificação abundante que se inicia a 1,5-2 m do solo (CAVALCANTE, 1996).

Figura 03: *Syzygium malaccense* (L.).



E. malaccensis L¹

Flores¹

Folhas²

Fruto¹

Fonte: ¹<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/flora/noticia/2016/07/jambeiro-vermelho-tem-frutos-adocicados-e-flores-com-pompons.html>

² <https://www.meucantinhoverde.com/2018/10/jambo-vermelho-syzygium-malaccense.html>

³ <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/ser-saude/jambo-veja-origem-e-beneficios-da-fruta.>

Essa espécie pode ser encontrada nos estados das regiões norte, nordeste e sul e especificamente no Paraná. O jambo se adapta melhor em regiões litorâneas, como nos municípios de Antonina e Morretes, litoral norte do Estado, o qual contém a maior área de floresta nativa devido à presença de unidades de conservação (GIBBERT, 2019).

Syzygium malaccense, tem sua floração no começo de agosto e costuma ficar até fevereiro, com frutificação de janeiro a maio. Sua safra não é muito prolongada, sendo que, dura em torno de 3 a 4 semanas após frutificação. Cada árvore produz entre 450 a 1200 frutas, resultando em torno de 20 a 85 kg de frutas por árvore (GIBBERT et al. 2017). O fruto pode ser consumido in natural ou na forma de produtos artesanais. O jambo vermelho apresenta coloração vermelho escura e polpa branca, exalando fragrância forte de rosas. É uma fruta suculenta e esponjosa, contendo uma semente grande, destacando-se o tamanho da semente que tende aumentar conforme crescimento do fruto, ou seja, quanto mais maduro o fruto, maior será a sua semente (FALCÃO, 2002).

Em relação a seus nutrientes a partir de alguns estudos, foram possíveis identificar na fruta a presença de alto conteúdo de fibras, minerais como cálcio, ferro e fósforo e vitaminas A, B1 e B12 (Falcão; Paralupp; Clemente, 2002; Lorenzi, 2019; Gibbert, 2017; Costa, 2006).

2.4 Atividade antioxidante

Evidências epidemiológicas crescentes do papel de alimentos antioxidantes na prevenção de certas doenças têm conduzido ao desenvolvimento de grande número de métodos para determinar a capacidade antioxidante (PÉREZ-JIMÉNEZ e SAURACALIXTO, 2006).

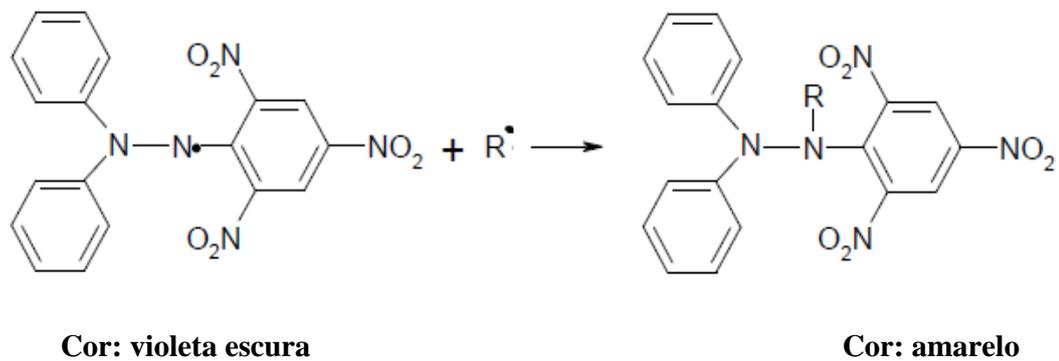
Os antioxidantes são substâncias que podem proteger as células dos danos causados por moléculas instáveis (radicais livres). Danos celulares causados por radicais livres parecem ser os principais contribuintes para o envelhecimento e degeneração, câncer, doenças cardiovasculares, catarata, sistema imunológico, declínio e disfunção cerebral. Em termos gerais os antioxidantes são substâncias capazes de retardar ou impedir danos devido à oxidação. (RAMADHANIA et, al, 2017; SILVA et, al 2010).

Os antioxidantes podem apresentar propriedades protetivas e agir em diversas etapas do processo oxidativo funcionando por diferentes mecanismos e são, portanto, classificados em duas categorias principais: antioxidantes primários e secundários. Os primários são compostos que ação antioxidante é capaz de inibir ou retardar a oxidação por inativação de radicais, isso ocorre devido a doação de átomos de hidrogênio ou de elétrons, transformando os radicais em substâncias estáveis. Os antioxidantes secundários por sua vez apresentam uma grande variedade de modos de ação, sendo essas ligações de íons metálicos (alteração de valência); inativação de espécies reativas de oxigênio (EROs), conversão de hidroperóxidos em espécies não-radicalares ou absorção de radiação UV (SILVA et, al 2010).

A avaliação da atividade antioxidante se dá através da monitorização do consumo do radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), pelas alíquotas de ensaio das amostras, através da medida do decréscimo das respectivas absorbâncias. As medidas são realizadas em espectrofotômetro UV-Vis no comprimento de onda de 520 nm (BORGES et al., 2011).

2. 4.1 DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).

DPPH apresenta fórmula molecular $C_{18}H_{12}N_5O_6$ e seu peso molecular é 394,3 g/mol. A molécula DPPH é caracterizada como um radical livre que pode ser obtido diretamente por dissolução do reagente em meio orgânico, em virtude da deslocalização do elétron desemparelhado por toda molécula (ALVES. et al, 2010). Estrutura e estabilização do radical livre DPPH estão ilustrados na Figura 4.

Figura 4: Estabilização do radical livre DPPH

Fonte: Boroski *et al.*, 2015

O teste de DPPH surgiu em 1950 como método indireto para determinar a atividade antioxidante. Mais tarde foi quantificado para determinar o potencial antioxidante de compostos fenólicos isolados e alimentos tão bem como amostras biologicamente relevantes (ROGINSKY; LISSI, 2005).

Esse método por DPPH, consiste em avaliar a capacidade antioxidante via atividade sequestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazila – DPPH. O radical DPPH possui coloração púrpura absorvendo a um comprimento de onda máximo de aproximadamente 516 nm. Por ação de um antioxidante (AH) ou uma espécie radicalar (R.), o DPPH, é reduzido formando difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da absorção, podendo o mesmo ser monitorado pelo decréscimo da absorbância. A partir dos resultados obtidos determina-se a porcentagem de atividade antioxidante e sequestradora de radicais livres e/ou porcentagem de DPPH remanescente no meio reacional (BORGES *et al.*, 2011). A reação do radical livre DPPH com um antioxidante (AH) ou uma espécie radical (R.) ocorre de acordo com as equações 1 e 2 (MILARDOVIC, 2005):



A porcentagem de atividade antioxidante (%AA) corresponde à quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante, sendo que a quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% é denominada concentração eficiente (CE₅₀), também chamada de concentração inibitória (CI₅₀). Quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, menor será a sua (CE₅₀) e maior a sua atividade antioxidante (SOUSA *et al.*, 2007).

Para determinar os valores do CE₅₀ inicialmente calcula-se a percentagem de inibição ou atividade de eliminação de radicais livres através da seguinte fórmula;

$$\% \text{ inibição DPPH} = \frac{(\text{Abs DPPH} - \text{Abs amostra})}{\text{Abs DPPH}} \times 100$$

Onde:

Abs DPPH = absorbância da solução etanólica do radical DPPH

Abs amostra = absorbância da amostra após 30 minutos de reação com a solução de DPPH.

A determinação da concentração inibitória (IC₅₀) também é uma das maneiras de expressar a atividade antioxidante pelo método do sequestro de radical livre DPPH (PRADO 2009).

2.5 Fenóis Totais

Os compostos fenólicos são caracterizados como substâncias que possuem pelo menos um anel aromático unido a uma ou mais hidroxilas, incluindo seus grupos funcionais. (SHAHIDI, 1995). Os fenóis são encontrados em grandes quantidades e bastante variados na natureza, estando incluídos em praticamente todos os tipos de metabólitos secundários. Eles podem ser incluídos em várias categorias tais como fenóis simples, ácidos fenólicos, taninos, cumarinas, ligninas e flavonoides, sendo esse último mais comum na natureza (SANTOS; BLATT, 1998).

Os compostos fenólicos presentes em plantas estão relacionados, principalmente, com a proteção, conferindo alta resistência a microrganismos e pragas. Nos alimentos, estes compostos podem influenciar o valor nutricional e a qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência (ROCHA, 2011).

Além de apresentar essas propriedades os compostos fenólicos têm recebido atenção nos últimos anos sobretudo pela sua capacidade antioxidante, pois o interesse em encontrar antioxidantes naturais para o emprego em produtos alimentícios ou para uso farmacêutico, tem aumentado consideravelmente, com o intuito de substituir antioxidantes sintéticos, os quais têm sido restringidos devido ao seu potencial de carcinogênese, bem como pela comprovação de diversos outros males como aumento do peso do fígado e significativa proliferação do retículo endoplasmático (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

A atividade antioxidante deve-se principalmente às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação

como na propagação do processo oxidativo. Ainda vale ressaltar que os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias (SOUSA,2017).

2.6 Atividade fotoprotetora

As plantas medicinais apresentam uma grande diversidade de metabólitos secundários, com diferentes atividades biológicas, podendo manifestar propriedades farmacológicas, assim a partir de espécies vegetais seja possível o desenvolvimento de medicamentos. Entre as propriedades farmacológicas estudadas em produtos naturais está a ação fotoprotetora. A atividade fotoprotetora permite avaliar a habilidade dos princípios ativos extraídos de plantas em proteger a pele de eritemas, edemas, reduzir o risco de queimaduras e o risco de carcinoma de células da camada basal e espinhosa. ((Simões et al., 2010; Oliveira-Júnior et al., 2012)

Atividade fotoprotetora permite avaliar a habilidade dos princípios ativos extraídos de plantas em proteger a pele de eritemas, edemas, reduzir o risco de queimaduras e o risco de carcinoma de células da camada basal e espinhosa, além disso a fotoproteção começou a ser valorizada nos últimos anos em virtude dos seus efeitos preventivos contra os efeitos nocivos da radiação UVA e UVB. (ORLANDA; VALE,2015).

Os raios ultravioletas (UV) emitidos pelo sol são os responsáveis pela maioria das mudanças foto cutâneas provocadas na pele, os efeitos nocivos da radiação solar são causados predominantemente pela a região UV do espectro eletromagnético, que pode ser dividido em três regiões: ultravioleta A (UVA - de 320 a 400 nm); ultravioleta B (UVB - de 290 a 320 nm) e ultravioleta C (UVC - de 200 a 290 nm). A radiação UVC é filtrada pela atmosfera antes de chegar à Terra. A radiação UVB não é completamente filtrada pela camada de ozônio e é responsável pelos danos devido a queimaduras solares. A radiação UVA atinge as camadas mais profundas da epiderme e derme e provoca o envelhecimento precoce da pele (Dutra et al., 2004).

A necessidade de fornecer alto fator de proteção solar (SPF) e eficiência de triagem contra os comprimentos de onda ultravioleta A (UVA) e ultravioleta B (UVB) levou ao desenvolvimento de formulações de protetor solar com múltiplos produtos químicos para proteção solar (Vilela et al., 2011). As plantas produzem uma variedade de antioxidantes contra danos moleculares causados por espécies reativas de oxigênio (ROS) e compostos fenólicos são a principal classe de antioxidantes derivados de plantas. Entre os vários compostos fenólicos,

os flavonoides são talvez o grupo mais importante. Teor de flavonoides produzidos por uma planta é considerado fator importante de proteção para as plantas contra a radiação ultravioleta. Em virtude dessa constatação, a partir de estudos realizados, os flavonoides, além de eliminar os radicais induzidos por UV, também podem fornecer seu efeito protetor contra a radiação UV, agindo como forte absorção de UV (Mambro e Fonseca, 2005; Markhan et al., 1998).

Visto a capacidade de foto proteção de espécies vegetais, atualmente se destaca um interesse crescente para o desenvolvimento de filtros baseados em produtos naturais, visto a atual tendência por cosméticos verdes. O uso de matérias-primas naturais que apresentam atividade fotoprotetora ou capacidade de potencializar o fator de proteção solar destes filtros são alvos interessantes para pesquisas, uma vez que comprovada sua atividade absorvedora, podendo intensificar a proteção dos produtos (PINTO, 2013).

3.0 METODOLOGIA

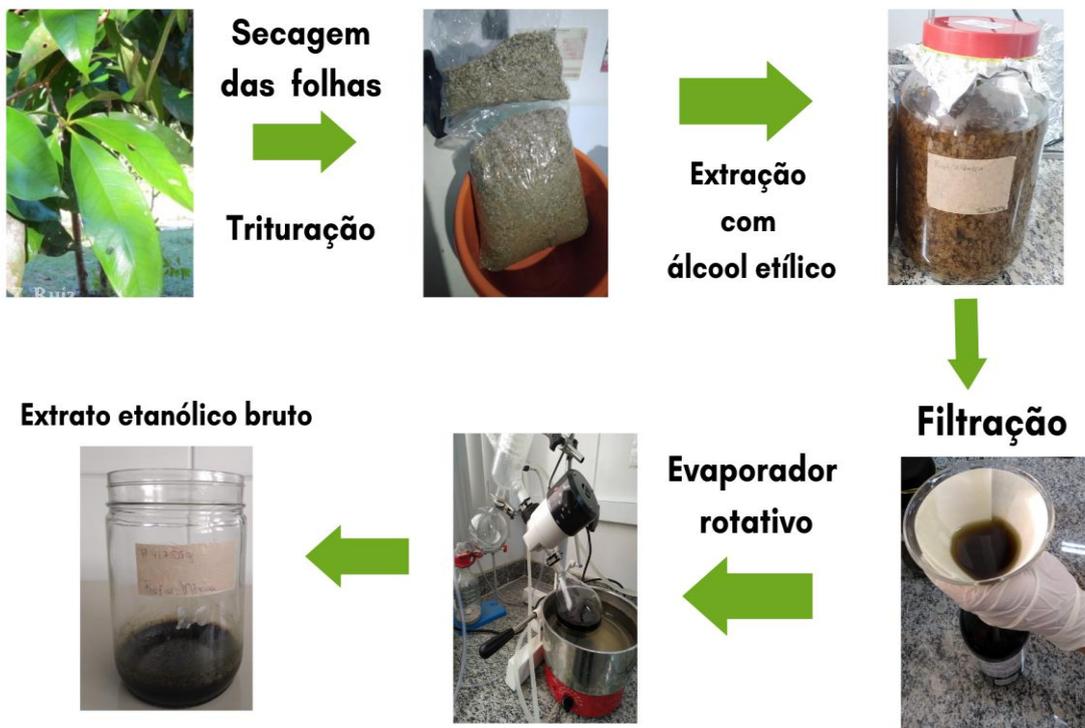
3.1 Levantamento Bibliográfico.

Realizou-se levantamento bibliográfico da espécie *Syzygium malaccense*, no período de 2019 à 2020 no Chemical Abstract Services (CAS) através do Scifinder, no Portal de Periódicos CAPES/MEC e outros sites de pesquisa científica com o intuito de buscar o maior número de informações das espécies em interesse para estudo químico-farmacológico.

3.2 Coleta e obtenção dos Extratos Vegetais

As folhas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr & Perry foram coletadas no dia 2 de junho de 2019, no município de Pacatuba- CE, nas seguintes coordenadas geográficas 3° 58' 57.612" S 38° 37' 5.4444" W. Foi retirado todos os galhos das folhas e sendo as folhas submetidas a secagem a temperatura ambiente por um período de 18 dias, após esse processo obteve 367,65 g de material seco. Em seguida com auxílio de uma tesoura as folhas foram picadas e trituradas em um liquidificador. Em seguida, foram submetidas percolação com álcool etílico P.A à temperatura ambiente. A solução resultante foi concentrada em evaporador rotativo, para obtenção do extrato etanólico bruto.

Figura 5: Preparação do extrato das folhas de *Syzygium malaccens* (L) Merr.& L



Fonte: Autora, 2019.

3.3 Testes Fitoquímicos

Os testes para identificação das classes de metabólitos secundários presentes foram realizados através de reações gerais. Pesou-se 1 g do extrato bruto e dissolveu-se em solução hidroalcoólica (80%) obtendo-se a solução estoque do extrato etanólico (100 mL). O extrato etanólico foi submetido aos seguintes testes de acordo com a metodologia proposta por (MATOS 2009 & COSTA, 2014).

3.3.1 Testes para fenóis e taninos

Adicionou-se 3 gotas de solução alcoólica de FeCl_3 , em 3ml de solução estoque contida em um tubo de ensaio. Adicionou-se também 3 gotas de FeCl_3 em tubo de ensaio contendo apenas água (Branco). Agitaram-se os tubos e aguardou-se possível variação de cor ou formação de precipitado nas amostras.

3.3.2 Testes para antocianinas, antocianidinas e flavonoides

Foram adicionados em três tubos de ensaio 3 ml de solução estoque. No primeiro adicionou-se HCl (1M) até pH= 3, no segundo tubo NaOH 10 % até pH= 8,5 e no terceiro tubo NaOH 10 % até pH= 11. Agitaram-se os tubos e aguardou-se possível mudança de coloração.

3.3.3 Testes para leucoantocianidinas, catequinas, e flavonas

Foram separados dois tubos de ensaio e adicionou-se 3 mL de solução estoque em cada tubo. No primeiro tubo adicionou-se HCl (1 M) até pH 1-3, no segundo tubo NaOH 10 % até pH 11. Aqueceram-se os tubos em banho Maria cerca de 3 minutos, e agitaram-se bem os tubos e aguardou-se possível surgimento de mudança de cor por comparação com os tubos correspondentes usados no teste anterior.

3.3.4 Teste para flavonóis, flavanona, flavanonois e xantonas.

Em um tubo de ensaio adicionou-se 3 mL de solução estoque juntamente com alguns centigramas de magnésio granulado e 0,5 mL de HCl concentrado. Após o término da reação indicada pelo fim de efervescência observou-se por comparação visual ao tubo de teste anterior acidificado possível mudança de coloração na mistura de reação.

3.3.5 Teste para esteróides e triterpenos (Lieberman Burchard)

Adicionou-se 5 ml de solução de estoque em um tubo de ensaio deixando-se evaporar o solvente em banho-maria até a secura. Adicionou-se 5 ml de diclorometano para a dissolução do extrato seco. Após esse processo, filtrou-se a solução. Adicionou-se 1 ml de

anidrido acético e 2 ml de H₂SO₄ concentrado. Agitou-se bem o tubo e aguardou-se possível variação de cor na amostra.

3.3.6 Teste para alcaloides

Levou-se a secura 10 mL da solução estoque em banho Maria. Adicionou-se o resíduo seco 1 mL de etanol e 2 mL de solução de HCl concentrado. Transferiu-se 1 mL da solução para cada 2 tubos ensaios. Adicionou-se em cada um dos tubos, respectivamente algumas gotas dos reagentes de precipitação de alcaloides: Mayer, e Dragendorff. Observou-se possível precipitação ou turvação das amostras

3.4 Cromatografia em camada delgada (CCD)

O extrato etanólico bruto das folhas *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry (EEFSM) foram analisados por cromatografia em camada delgada (CCD). Primeiramente preparou-se as cromatoplasmas de vidro que foram lavadas com detergente e passou-se acetona em sua superfície. Pesou-se 11 g de sílica gel 60 N P/TLC, fase estacionária utilizada, que foi suspensa em aproximadamente 30 ml de água, e aplicada nas cromatoplasmas de vidro, deixando-as secar longe de qualquer umidade. Após secas foram levadas para ativação em estufa a 100°C por 15 minutos, e mantidas em aquecimento a 50°C. O extrato foi diluído em clorofórmio e aplicado nas cromatoplasmas com auxílio de um capilar. Para a fase móvel foram utilizadas as seguintes misturas de solventes: Hexano - Acetato Etila (8:2), Clorofórmio-Metanol (9:1) e Clorofórmio - Metanol - Água destilada (65:30:5). A revelação das substâncias foi feita por pulverização das placas com solução de sulfato cério [Ce(SO₄)₂], seguido de aquecimento (100°C) por 5 minutos em estufa.

3.5 Determinação do conteúdo de Fenóis Totais (FT)

O conteúdo de compostos fenólicos presentes nos extratos das folhas das espécies, *Syzygium malaccense* (L) Merr.& L, foi determinado baseando-se no método colorimétrico de Folin-Ciocalteu (PINTO et. al., 2008; ROESLER et .al., 2007).

As soluções estoques foram preparadas dissolvendo 10 mg de amostra em MeOH/DMSO (1:1) usando balões volumétricos de 10 mL. Uma alíquota de 100 µL das soluções contendo a amostra foi transferida para um balão volumétrico de 10 mL e adicionados 500 µL do reagente Folin-Ciocalteu, 6,0 mL de água destilada e agitou-se por 1 min. Em seguida 2,0 mL da solução de Na₂CO₃ a 15% (m/v) foram acrescentados à mistura e agitados por 30 s. o volume das soluções foi completado com água destilada. Após 2 h de reação, a absorbância das amostras foi medida em espectrômetro UV-Vis a 750 nm, utilizando-se cubetas de vidro.

Para o branco realizou-se o mesmo procedimento substituindo-se a solução da amostra por 100 μL da mistura MeOH/DMSO (1:1). O conteúdo de FT foi expresso em miligramas de equivalente de ácido gálico por grama de extrato (mg EAG g^{-1}) obtido a partir da curva analítica construída com padrão de ácido gálico ($0,1-2,5 \mu\text{g mL}^{-1}$, $r = 0,999$)

A equação da curva de calibração do ácido gálico foi: $A = 0,1185C - 0,0453$, onde C é a concentração do ácido gálico e A é a absorbância.

Todas as análises foram realizadas em triplicata ($n = 3$) e protegidas da luz.

O ensaio foi realizado no Departamento de Química da Universidade Federal do Piauí, de acordo com metodologia desenvolvida por Rodrigo Ferreira Santiago sob a coordenação da Profa. Mariana Helena Chaves.

3.6 Teste da atividade antirradicalar

A atividade antirradicalar foi realizada em parceria como Laboratório de Produtos Naturais da Universidade Federal do Piauí, utilizando metodologia descrita por Sousa et al., (2007), sob a coordenação da Profa. Dra. Mariana Helena Chaves

A atividade antirradicalar do extrato EtOH das folhas de *Sygyguim mlaccense* foi determinada usando o método espectrofotométrico baseado no sequestro do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) descrito por Sousa et al., (2007). As medidas de absorbâncias foram realizadas em triplicata no comprimento de onda de 516 nm. A solução estoque de DPPH em metonol foi preparada na concentração de $40 \mu\text{g mL}^{-1}$, mantida sob refrigeração e protegida luz seguindo a metodologia adaptada Sousa. (SOUSA et al., 2007).

A solução estoque do extrato EtOH ($250 \mu\text{g mL}^{-1}$) foi preparada em MeOH e diluída nas concentrações de 200, 150, 100, 50 e $25 \mu\text{g mL}^{-1}$. O antioxidante comercial BHT foram usados como controles positivos. As medidas de absorbância das misturas reacionais (0,3 mL da solução da amostra + 2,7 mL da solução estoque de DPPH) e do branco (0,3 mL da solução da amostra + 2,7 mL de MeOH) foram monitoradas em 30 minutos de reação.

A determinação da concentração de DPPH da amostra foi realizada por interpolação em uma curva de calibração construída com o DPPH é definida pela equação: $A = 33,227C + 1,0607$, onde “A” é a absorbância no comprimento de onda de 516 nm e “C” é a concentração do DPPH. O coeficiente linear (r) da curva foi 0,999.

O percentual de atividade antioxidante (%AA) do extrato foi determinado por meio da equação $\%AA = \{[Abs_{DPPH} - (Abs_{amostra} - Abs_{branco})] \times 100\} / Abs_{DPPH}$, onde a Abs_{DPPH} , é a absorbância da mistura reacional de Abs_{branco} é a absorbância do branco.

O percentual de DPPH remanescente ou residual (%DPPHrem) foi determinado conforme a Equação 1:

$$\%DPPH_{rem} = \frac{DPPH_{t=30}}{DPPH_{t=0}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$(DPPH)_{t=30}$ é a absorbância da mistura reacional do DPPH e amostra após 30 minutos de reação
 $(DPPH)_{t=0}$ é a absorbância inicial da solução metanólica de DPPH.

3.7 Atividade Fotoprotetora

Para a determinação do comprimento de onda de absorção máximo (λ_{max}), os extratos secos foram diluídos em etanol absoluto, obtendo-se as concentrações de 5, 25, 50 e 100 mg / L. Posteriormente, foi realizada varredura espectrofotométrica em comprimentos de onda entre 260-400 nm, com intervalos de 5 nm. As leituras foram realizadas utilizando uma célula de quartzo de 1 cm e o etanol foi utilizado como branco (Violante et al., 2009). O cálculo do SPF foi obtido de acordo com a equação desenvolvida por Mansur et al. (1986):

$$\text{SPF spectrophotometric} = CF \times \sum EE(\lambda) \times I(\lambda) \times \text{Abs}(\lambda)$$

Onde:

EE (λ) - espectro de efeito eritemato;

I (λ) - espectro de intensidade solar;

Abs (λ) - absorvente de produto protetor solar;

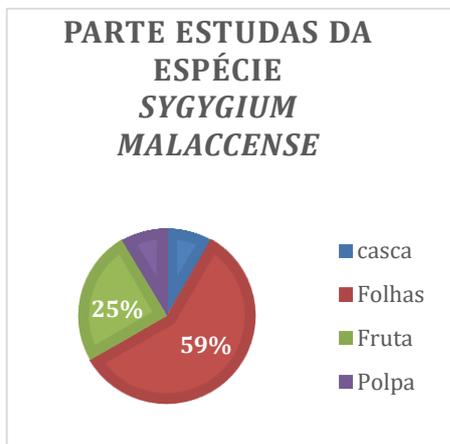
CF - fator de correção (= 10).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento bibliográfico.

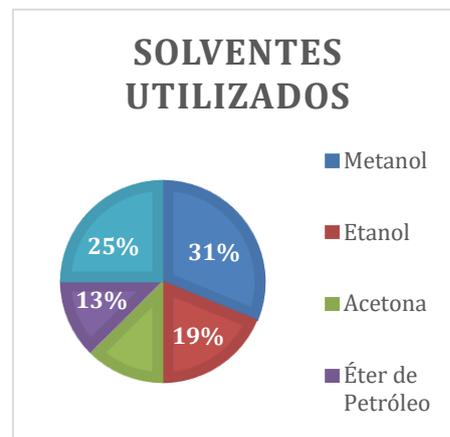
Levantamento bibliográfico da espécie *Syzygium malaccense*, apresentou artigos científicos relacionados a estudos químicos farmacológicos. Com o levantamento dos dados foi possível selecionar 10 artigos com metodologias relevantes para pesquisa, dentre os artigos selecionados, 03 desses apresentaram estudos sobre a avaliação fitoquímica (Determinação qualitativa dos metabólitos secundários) e 5 relatos sobre testes de atividade antioxidante. Com as leituras dos artigos também foi possível constatar quais partes da espécie *Syzygium malaccense* foram estudadas com mais frequência e os principais solventes utilizados na preparação dos extratos como poder ser visto nos gráficos 1 e 2 abaixo.

Gráfico 1: Partes da espécie estudada



Fonte: Autora, 2020

Gráfico 2: Solventes Utilizados



Fonte: Autora, 2020

4.2 Obtenção dos extratos

As folhas secas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry foram trituradas obtendo-se 367,65 g de material vegetal seco. A Tabela 01 mostra as massas e os rendimentos obtidos do extrato etanólico das folhas *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry 25,58g.

Tabela 01: Massa total e o rendimento do extrato etanólico das folhas *Syzygium malaccense*.

Espécie	Material vegetal seco	Extrato	Massa (g)	Rendimento %
<i>Syzygium malaccense</i>	367,65 g	EEFSM	25,58g	7,0 %

Fonte: Autor, 2017

EEFSM: Extrato etanólico das folhas de *Syzygium malaccense*.

4.2 Identificação dos metabólitos secundários

A partir do extrato obtido foram realizados testes através de reações gerais para identificação dos metabólitos secundários presentes na amostra. As análises fitoquímicas fornecem as informações sobre a presença de metabólitos secundários em plantas. Os resultados obtidos estão descritos na **Tabela 02** e nas **Figuras 06**.

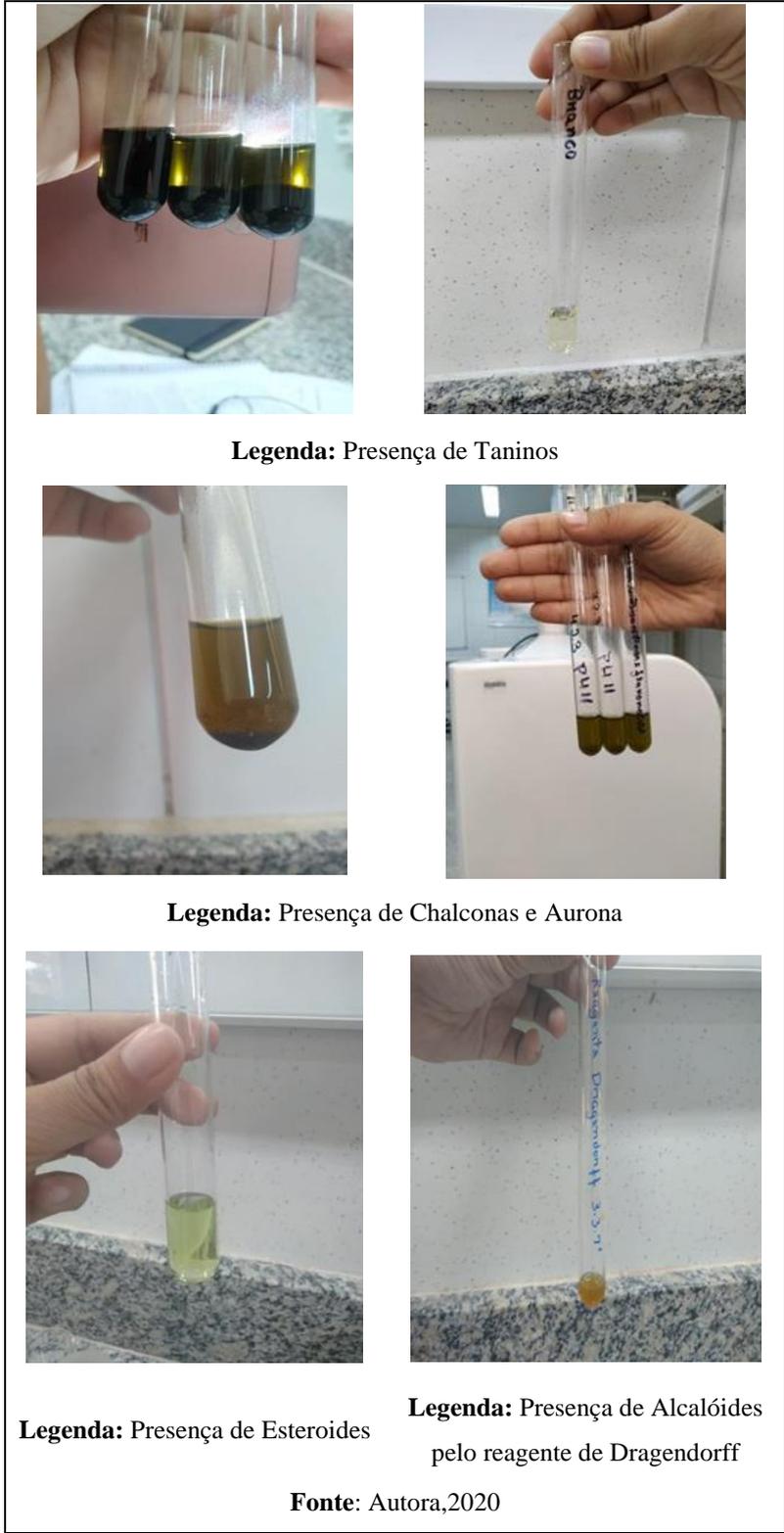
Tabela 02- Resultados da abordagem fotoquímica presente dos extratos etanólico das folhas *Syzygium malaccense*.

Nº	Testes	Reagentes	EEFSM
1	Taninos	Cloreto férrico 10%	++
	Fenóis	Cloreto férrico 10%	-
2	Antocianinas	Ácido clorídrico 1 M pH= 3	-
	Antocianidinas	Hidróxido de sódio 10% pH = 8,5	-
	Flavonoides	Hidróxido de sódio 10% pH = 11	-
	Chalconas e Auroa		+
3	Leucoantocianidina	Ácido clorídrico 1 M pH= 1-3	-
	Catequinas	Hidróxido de sódio 10% pH = 11	-
	Flavonas		-
4	Flavonóis		-
	Flavononas	Ácido clorídrico concentrado	-
	Flavononois	Magnésio granulado	-
	Xantonas		-
5	Triterpenos	Liberman Bouchard	-
	Esteroides	Liberman Bouchard	+++
6	Alcaloides	Reagente Mayer	-
		Reagente Dragendorff	++

Fonte: Autor, 2020

PARAMETROS: ausente (-), fraco (+), médio (++) , forte (+++).

Figura 6: Análise fitoquímica do extrato etanólico das folhas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry



The figure consists of six photographs arranged in three rows, each showing a chemical test result. The top row shows three test tubes with dark brown liquids and one test tube with a yellow precipitate. The middle row shows a test tube with a brown liquid and three test tubes with yellow precipitates. The bottom row shows a test tube with a yellow precipitate and a test tube with a yellow precipitate. Each row is accompanied by a legend.

Legenda: Presença de Taninos

Legenda: Presença de Chalconas e Aurona

Legenda: Presença de Esteroides

Legenda: Presença de Alcalóides pelo reagente de Dragendorff

Fonte: Autora,2020

De acordo com os testes realizados, observou-se a presença de algumas classes de metabólitos secundários no extrato etanólico das folhas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry. Os metabólitos encontrados foram taninos, chalconas e auronas, esteroides e alcaloides.

Os taninos podem ser caracterizados pela observação de coloração (azul escuro) ou turvação e/ou precipitação escuro, quando a amostra reage com solução alcoólica de cloreto de ferro (FeCl_3). Plantas ricas em taninos são empregadas na medicina para tratamento de algumas doenças como diarreia, hipertensão arterial, reumatismo, hemorragias como também em processo de cura de feridas de queimaduras e inflamações através da formação de uma camada protetora (complexo tanino proteína e polissacarídeo) sobre a pele ou mucosa danificada (SILVA, 2004).

Chalconas e Auronas foram identificadas a partir da realização do teste para antocianinas, antocianidinas e flavonoides empregando-se o teste com variação de pH, apresentando um precipitado vermelho quando amostra do extrato etanólico com pH+3 de acordo com metodologia do (MATOS, 2009). Chalconas e suas derivados são substâncias estrutura relativamente simples, que apresenta diversidade de atividades farmacológicas como atividade antioxidante, antinociceptiva, anticonvulsivante e anti-inflamatório. (FERREIRA,2018). As auronas, assim como chalconas, também apresenta um vasta gama de atividade biológicas, como atividade antioxidante, antibacteriana, antifúngica e antiviral, auronas também são utilizadas como inibidores da tirosina. (SILVEIRA,2013).

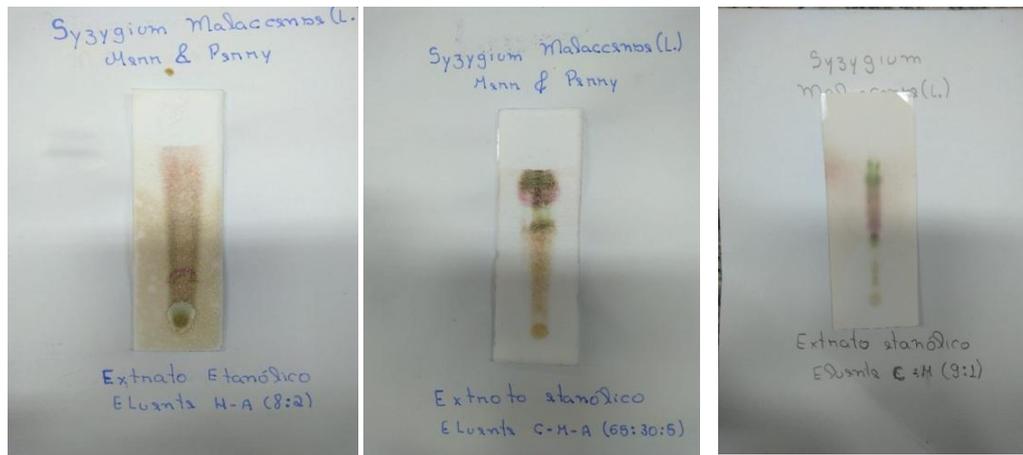
O principal teste analítico para identificação de esteroides no extrato etanólico das folhas *Syzygium malaccense* foi reação de Liebermann- Burchard, apresentando coloração verde no final da reação indicando presença de esteroides livres. De acordo com (SILVA, 2014) os esteroides podem apresentar diversas ações farmacológicas, sendo as principais: anti-inflamatória e analgésica. Folhas que apresentam esteroides podem ser empregadas pelas indústrias farmacêuticas para a obtenção de fármacos esteroidais semi-sintéticos, como os anticoncepcionais, anti-inflamatórios esteroidais e anabolizantes (OLIVEIRA, 2007).

Verificou-se a presença de alcaloides a partir do reagente Dragendorff ocorrendo ao fim da reação presença de um precipitado e turvação na amostra. Tem sido observado que muitas plantas produtoras de alcaloides são evitadas por animais ou insetos em sua dieta, isto certamente devido a sua toxicidade ou o fato de a maioria dos alcaloides terem gosto amargo (HENRIQUES; KERBER; MORENO, 2001).

4.3 Cromatografia em camada delgada (CCD)

A análise da cromatografia em camada delgada do extrato etanólico eluidos com hexano- acetato de etila (8:2), clorofórmio- metanol (9:1) e clorofórmico - metanol – água destilada (65:30:5) utilizando sulfato cérico como revelador mostrou manchas nas colorações roxas sugerindo a presença de isoprenóides (CHAVES, 1997). No eluente $\text{CCl}_3/\text{MEOH}/\text{H}_2\text{O}$ (65:30:05) e no $\text{CCl}_3/\text{MEOH}(9:1)$ além das presenças de isoprenoides, sugere-se também a presença de clorofila caracterizado pelas manchas verdes no topo das cromatoplas. A cromatoplasca do eluente hexano/acetato de etila (8:2) apresentou manchas rosas no final da placa sugerindo a presença de substâncias de natureza terpenoídica. As cromatoplascas estão ilustradas nas figuras 7. (CHAVES, 1997).

Figura 7: Cromatoplascas do extrato etanólico das folhas *Syzygium malaccense*.



Fonte: Autora, 2019

4.4 Avaliação da atividade antirradicalar (AA) e Fenóis Totais.

Os compostos fenólicos são substâncias bioativas possuindo um grande grupo diversificado de metabólitos secundários que são amplamente distribuídos em todas as plantas (Hatamnia et al., 2014). Os compostos fenólicos tais como, ácidos fenólicos, cumarinas, flavonóides, estilbenos, taninos condensados e hidrolisáveis, lignanas e ligninas apresentam uma elevada ação antioxidante (SOUSA et al., 2007). O potencial antioxidante destes metabólitos está relacionado às suas propriedades redutoras, características estruturais e químicas, que exercem um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres. Essa propriedade antioxidante estão ligadas ao efeito inibitório contra o desenvolvimento de muitas doenças relacionadas ao estresse oxidativo (CHUN et al., 2005).

O conteúdo de fenóis totais do extrato foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu, que permitiu quantificar compostos presentes nas amostras e expresso como

miligramas de equivalentes de ácido gálico por grama de amostra (mg EAG/g). O conteúdo de fenóis totais do extrato EtOH *Syzygium malaccense* (L.) de apresentou um valor de $80,26 \pm 0,51$ (mg de EAG/g). O extrato avaliado apresentou baixos teor de compostos fenólicos, quando comparados a dados de outras espécies descritos na literatura.

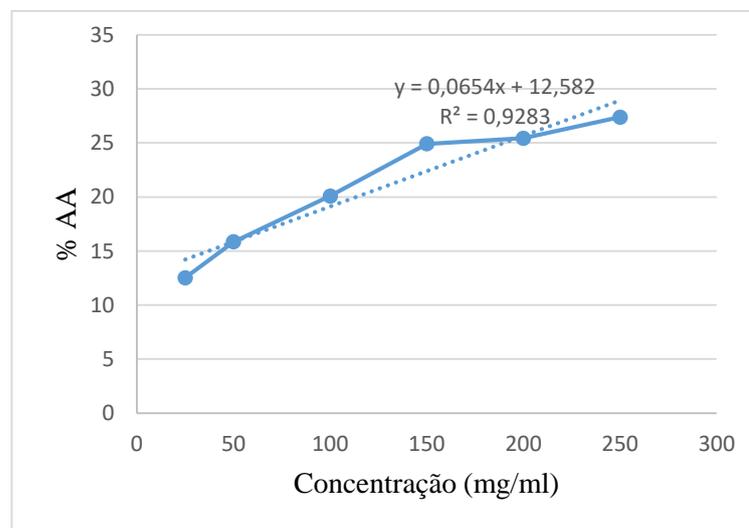
O percentual de atividade antioxidante (%AA) foi definido pelo do sequestro do radical livre estável DPPH. Os resultados obtidos da atividade antioxidante para o extrato EtOH de *Syzygium malaccense* expressos por meio da porcentagem de atividade antioxidante nas concentrações de 25 a 250 $\mu\text{g mL}^{-1}$, apresentaram redução na concentração de DPPH. Dessa maneira observou-se que, na maior concentração, o mesmo apresentou um percentual de $27,39 \pm 5,49$. Os resultados das atividades antioxidante do extrato EtOH esta apresentado na tabela 3 e no gráfico 3.

Tabela 3. Percentuais de atividade antioxidante (%AA) do extrato etanólico *Syzygium malaccense*

Concentrações	%AA \pm DP
250 $\mu\text{g mL}^{-1}$	27,39 \pm 5,49
200 $\mu\text{g mL}^{-1}$	25,44 \pm 3,19
150 $\mu\text{g mL}^{-1}$	24,91 \pm 2,05
100 $\mu\text{g mL}^{-1}$	20,08 \pm 2,95
50 $\mu\text{g mL}^{-1}$	15,84 \pm 5,34
25 $\mu\text{g mL}^{-1}$	12,52 \pm 0,80

Fonte: Autora, 2020

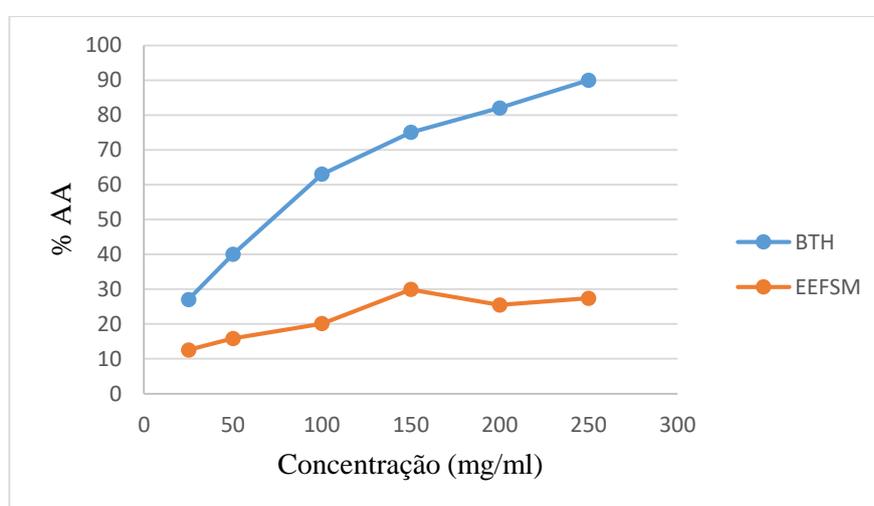
Gráfico 3: Percentual de atividade antioxidante do extrato etanólico *Syzygium malaccense* Tempo de reação com DPPH: 30 min



Fonte: Autora, 2020.

O padrão para o ensaio do DPPH foi utilizado hidroxitolueno de butila (BHT) um antioxidante sintéticos, desse forma os dados, foram usando como parâmetro para a comparação da atividade encontradas no extrato etanólico das folhas *Syzygium malaccens* (EEFSM), a representação comparação pode ser vista no gráfico 4. BHT apresentou na maior concentração percentual de atividade antioxidante de 90 %, sendo bem superior ao valor apresentado pelo extrato etanólico da espécie de *Syzygium malaccense*. Com bases nos resultados obtidos, pode concluir-se o extrato etanólico das folhas *S. malaccense* apresenta atividade antioxidante fraca.

Gráfico 4: Percentual de atividade antioxidante EEFSM (extrato etanólico das folhas *Syzygium malaccense*). Controle positivo: BHT (butil-hidroxitolueno). Tempo de reação com DPPH: 30 min.



Fonte: Autora, 2020

A atividade antioxidante e o teor de fenóis totais estão relacionados à presença de constituintes químicos de natureza fenólica, dessa forma correlacionando o valores do conteúdo de fenóis totais com os percentuais de atividade antioxidante nas diversas concentrações, demonstrando que o extrato etanólico das folhas *Syzygium malaccens* (EEFSM) de indica ter baixa quantidade de metabólitos pertencente a esta classe, representado na tabela 4.

Tabela 4. Percentual de atividade antioxidante (%AA) e Conteúdos de fenóis totais (FT) do extrato etanólico *Syzygium malaccense* (L.)

Amostra	%AA ± DP (250 µg mL ⁻¹)	FT mg EAG g ⁻¹ de amostra ± DP
EEFSM	27,39 ± 5,49	80,26 ± 0,51

Fonte: Autora 2019.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão realizada da espécie *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry (*S. malaccense*) no site Scifinder, revelou artigos científicos sobre estudos fitoquímicos da espécie *S. malaccense*, levando em consideração que a mesma pertence à família Myrtaceae, que é o foco em diversos trabalhos científicos, pelo potencial biológico presente nas espécies dessa família e pelo potencial econômico, já que são frutos comuns no Brasil. Dentre os artigos foram selecionados 10 com relevância para pesquisa onde observou-se a parte estudada da espécie, solventes utilizados e metodologias aplicadas.

A abordagem fitoquímica preliminar do extrato etanólico das folhas de *Syzygium malaccense* (L.), revelou a possível presença de taninos, chalconas, auronas, esteroides e alcaloides. A análise da cromatografia em camada delgada evidenciou a presença de isoprenóides e substâncias de natureza terpenoide. Ressalta-se a presença de metabólitos importantes que possuem diversas propriedades farmacológicas já comprovadas e relatadas na literatura.

O teste da atividade antirradicalar pelo ensaio de sequestro de radicais livres de DPPH e teste de fenóis totais das amostras obtidas do extrato etanólico das folhas de *S. malaccense* estão relacionados à presença de constituintes químicos de natureza fenólica. Na realização dos testes ambos apresentaram baixos valores e correlacionando os valores obtidos demonstrou que o extrato EtOH indica ter baixa quantidade de metabólitos pertencente a esta classe de metabólito secundário.

Atividade fotoprotetora da espécie *S. malaccense*, não foi possível a aferição dos resultados, pois o espectrofotômetro apresentou instabilidade no funcionamento e obtenção das medidas. No entanto, foi possível o conhecimento da técnica espectroscópica bem como do teste de atividade fotoprotetora.

De acordo com os resultados preliminares da pesquisa, a espécie *Syzygium malaccense* (L.) demonstrou a presença de compostos de interesse terapêutico. Nesse contexto, vale destacar a relevância dessas espécies e a importância de mais estudos que caracterizem os estudos fitoquímicos e biológicos da espécie, para que no futuro se possa desenvolver novos produtos da área farmacêutica, alimentícia, cosmética e entre outros.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBIERO, Adriana. **A Importância das Plantas Medicinais na Atenção Básica: Oficinas de Aprendizagem.** Arquivos do MUDI, v. 19, n. 2-3, p. 23-42, 2015.

ALMEIDA, Diogo. **Estudo das vias Metabólicas das plantas na síntese de pigmentos naturais.** 2017. 61f. Projeto de Pós Graduação- Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2017.

ALVES, Clayton. et al. **Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos.** Química Nova, Vol.33, no. 10, 2202-2210. 2010.

AUGUSTA, Ivanilda. et al. **Caracterização física e química da casca e polpa de jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, (L.) Merryl & Perry).** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.4 p.928-932, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v30n4/v30n4a14.pdf>>, acesso em: 10/03/2021.

AYYANAR, Muniappan.; SUBASH-BABU, Pandurangan . ***Syzygium cumini* (L.) Skeels: a review of its phytochemical constituents and traditional uses.** Asian Pac J Trop Biomed., v. 2, p. 240-246, 2012.

BALBINO, Evelin.; DIAS, Murilo . **Farmacovigilância: um passo em direção ao uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos.** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 20, n. 6, p. 992-1000, 2010.

Barroso, Graziela. 1984. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**, V. 2. Imprensa Universitária: Viçosa, 377 pp.

BERLINCK, Roberto; et al. **A química de produtos naturais do Brasil do século XXI.** Química Nova, vol. 40, no. 6, p.706- 710, 2017.

BORGES, Leonardo Luiz et al. **Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade antioxidante em produtos naturais.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, vol. 7, N. 12; 2011. p. 1-20.

BORGES, Larissa; AMORIM; Víctor. **Secondary Plant Metabolites.** Revista Agrotecnologia, Ipameri, v.11, n.1, p.54-67, 2020

CALIXTO, Joao B. et al.; YUNES, Rosendo. **Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna.** Chapecó: Argos, p. 500, 2001.

CAMPELO, Cornélio; RAMALHO, Rita d. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais no Estado de Alagoas: VII.** Acta Botanica Brasilica, v. 2, p. 67-72, 1988..

CAVALCANTE, Paulo. **Frutas comestíveis da Amazônia.** 6ª ed. Bélem: CNPq/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996.297p.

CECHINEL FILHO, Valdir; YUNES, Rosendo. **Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais.** Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. Quim. Nova. (21): 99-105, 1998.

CHUN, Sung-Sook et al. **Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori***. *Process Biochemistry*, v. 40, n. 2, p. 809-816, 2005.

COSTA, Raquel. et al. **Aspectos morfológicos e influência do tamanho da semente na germinação do jambo-vermelho**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, n. 1, p. 117-120, 2006.

CRAGG, Gordon M.; NEWMAN, David J. **Natural products: a continuing source of novel drug leads**. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, v. 1830, n. 6, p. 3670-3695, 2013.

CRUZ, Ana; KAPLAN, Maria. **Uso medicinal de espécies das famílias Myrtaceae e Melastomataceae no Brasil**. *Floresta e ambiente*, v. 11, n. 1, p. 47-52, 2012.

DELBONE, C. A.C.; LANDO, R. L. **Importância ecológica e evolutiva dos principais grupos de metabólitos secundários nas espécies vegetais**. Congresso de Educação do Norte Pioneiro. 10ª edição. UENP-CCHE-CLCA- Campus Jacarezinho. 2010. ISSN -1808-3579

DUTRA EA., Oliveira DAGC., Kedor-Hackmann ERMSantoró MIRM. **Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry**. *Rev Bras Cienc Farm*. 2004, 40: 381-385.

FALCÃO, Martha; PARALUPPI, Norival; CLEMENT, Charles . **Fenologia e produtividade do jambo (*Syzygium malaccensis*) na Amazônia Central**. *Acta Amazonica*, v. 32, n. 1, p. 3-8, 2002.

FELIPE, Lorena; BICAS, Juliano. **Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais**. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.

FERREIRA, Magna; DE OLIVEIRA, Adriano; DOS SANTOS, Nádia. **Flavonas e flavonóis: Novas descobertas sobre sua estrutura química e função biológica**. *Revista Agro@mbiente On-line*. Vol. 2, nº2: p. 57-60. 2008. ISSN-1982-8470.6.

FIRMO, Wellyson et al. **Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais**. *Cadernos de pesquisa*, V.18. p. 90-95, 2012.

FOWLER, Michael. **Plants, medicines and man**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 86, n. 12, p. 1797-1804, 2006.

GARCÍA, Adolfo; CARRIL, Elena. **Metabolismo secundário de plantas**. *Reduca (biología)*, v. 2, n. 3, 2011.

GIBBERT, Luciana et al. **Caracterização físico-química do jambo-vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry) e ensaio preliminar frente à toxicidade**. 1ª Edição. Belo Horizonte: Poisson, 2019).

HATAMNIA, Ali ; ABBASPOUR, Nasser; DARVISHZADEH, Reza. **Antioxidant activity and phenolic profile of different parts of *Bene* (*Pistacia atlantica* subsp. *kurdica*) fruits**. *Food chemistry*, v. 145, p. 306-311, 2014.

HENRIQUES, Amélia.; et al; **Alcaloides: generalidades e aspectos básicos in.** Porto Alegre, 2001.

JANG, Meishiang et al. **Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes.** *Science*, v. 275, n. 5297, p. 218-220, 1997.

KOSINA, Pavel et al, **Antioxidant properties of silybin glycosides.** *Phytoterapic Research*. 16, 33-39. 2002.

LAKO, Jimaima et al. **Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods.** *Food Chemistry*, v. 101, n. 4, p. 1727-1741, 2007.

LIMBERGER, Renata . et al.; SOBRAL M; HENRIQUESA, A. T; MENUT, C.; BESSIERE, J.M. **Óleos voléteis de espécies de Myrcia nativas do Rio Grande do Sul.** *Quimi. Nova*, v.27, p. 916-919, 1998.

LORENZI, Hernan; et al. **Frutas brasileira e exóticas) de consumo in natura).** São Paulo, Instituto Plantarum de Estudos da flora, 2019. 572p

LUPE, Fernanda. **Estudo da Composição Química de Óleos Essenciais de Plantas Aromáticas da Amazônia.** 2007. 120f. Dissertação (Metrado em Química Orgânica) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

DI MAMBRO, Valéria; FONSECA, Maria . **Assays of physical stability and antioxidant activity of a topical formulation added with different plant extracts.** *J Pharm Biomed Anal*. 2005, 37: 287-295.

MARKHAM, Kenneth R. et al. **An increase in the luteolin: apigenin ratio in Marchantia polymorpha on UV-B enhancement.** *Phytochemistry*, v. 48, n. 5, p. 791-794, 1998.

MATOS, Fransisco. **Introdução à Fitoquímica Experimental.** 3 ed. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

MELO, René Rodrigues de. **Características farmacobotânicas, químicas e biológicas de Syzygium malaccense (L.) Merr. & I. M. Perry.** *Revista Brasileira de Farmácia*, Rio de Janeiro, v.90, n.09, p.298-302, setembro de 2009.

MELO, René Rodrigues de. **Perfil fitoquímico, avaliação da atividade antimicrobiana e biocompatibilidade de Syzygium malaccense (L.) Merr. & L.M Perry (Myrtaceae).** Dissertação (mestrado)- Faculdade de Farmácia, Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

MILARDOVIĆ, Stjepan; IVEKOVIĆ, Damir; GRABARIĆ, Božidar S. **A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical.** *Bioelectrochemistry*. 68, 180-185. 2005.

MORAIS, L.M.F; CONCEIÇÃO, G.M; NASCIMENTO, J.M. **Família Myrtaceae: análise morfológica e distribuição geográfica de uma coleção botânica.** *AGRARIAN ACADEMY*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.1, n.01; p. 137, 2014.

NOREEN, Ylva et al. **Flavan-3-ols isolated from some medicinal plants inhibiting COX-1 and COX-2 catalysed prostaglandin biosynthesis**. *Planta medica*, v. 64, n. 06, p. 520-524, 1998.

OLIVEIRA, Branca. **Obtenção de novos fármacos através da biotransformação de produtos naturais**. In: YUNES, R. A.; CHECHINEL FILHO, V. (Org.). *Química de produtos naturais, novos fármacos e a moderna farmacognosia*. Itajaí: UNIVALI, 2007.

OLIVEIRA, Lucas; DIAS, Ivelton JM; CÂMARA, Claudio AG.. **Estudo comparativo do óleo essencial de *Eugênia punicifolia* (HBK) DC de diferentes localidades de Pernambuco**. *Rev.Bras. Farmacogn.* V15.p. 39-43, 2005.

OLIVEIRA-JÚNIOR. et al. **Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial activity of extracts from the flowers of *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae)**. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, v.4, n.10, p. 4489-4494, 2012.

ORLANDA, França. **Análise fitoquímica e atividade fotoprotetora de extrato etanólico de *Euphorbia tirucalli* Linneau (Euphorbiaceae)**. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17, p. 730-736, 2015.

PAGARE, Saurabh et al. **Secondary Metabolites of Plants and Their Role: Overview**. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*, v. 9, n. 3, p. 293-304, 2015.

PEREIRA, Renata Junqueira; CARDOSO, Maria das Graças. **Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes**. *Journal of biotechnology and biodiversity*, v. 3, n. 4, 2012.

PÉREZ-JIMÉNEZ, Jara; SAURA-CALIXTO, Fulgencio.. **Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays**. *Food Research International*, v.39, p.791-800, 2006.

PINO, Jorge A. et al. **Volatile constituents of Malay rose apple *Syzygium malaccense* (L) Merr.& Perry**. *J Flavour Frag.*v.19, p32-35,2004.

PINTO, Jéssica Evelyn et al. **Estudo da atividade fotoprotetora de diferentes extratos vegetais e desenvolvimento de formulação de filtro solar**. Maringá: Encontro Internacional de Produção Científica, 2013.

PINTO, Marcia; LAJOLO, Franco; GENOVESE, Maria. **Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria x Ananassa* Duch.)** *Food Chem.*, 107, 1629–1635, 2008.

PRADO, Adna. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**. Dissertação (mestrado), Escola Superior de Agricultura. CDD. 664. 8046, P896c. Piracicaba, 2009.

RAMADHANIA, Zelika et al. **Antioxidant activity from ten species of myrtaceae**. *Asian J Pharm Clin Res*, v. 10, p. 5-7, 2017.

RASMANN, Sergio et al. **Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots**. *Nature*, v. 434, n. 7034, p. 732-737, 2005..

ROESLER, Roberta et al.. **Atividade Antioxidante de frutas do cerrado**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 27(1), 53-60, 2007.

SCHAAF, Jorg; WALTER, Michael ; HESS, Dieter. **Primary metabolism in plant defense (regulation of a bean malic enzyme gene promoter in transgenic tobacco by developmental and environmental cues)**. Plant Physiology, v. 108, n. 3, p. 949-960, 1995.

BOLTON, Melvin D. **Primary metabolism and plant defense—fuel for the fire**. Molecular plant-microbe Interactions, v. 22, n. 5, p. 487-497, 2009.

SILVA, Alan; MAZINE, Fiorella. **A família Myrtaceae na Floresta Nacional de Ipanema**, Iperó, São Paulo, Brasil. Rodriguésia, v.67, n.1, p.203-224, 2016.

SILVA, Heloísa. et al. **Atividade larvicida de taninos isolados de Magonia pubescens St. Hil.** (Sapindaceae) sobre Aedes aegypti (Diptera, Culicidae). Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.37, n.5, p.396-9, 2004

DA SILVA, Jerusa; MENDONÇA, Patrícia P; PARTATA, Anette. **Anti-inflamatórios não-esteróides e suas propriedades gerais**. Rev Cient ITPAC [Internet], v. 7, n. 4, p. 5-12, 2014.

SILVA, Marília, et al. **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais**. Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.

SILVEIRA, Ligia. **Síntese e avaliação da atividade esquistossomicida de chalconas e auronas frente a vermes adultos de Schistosoma mansoni**. Tese (Mestrado em Química) - Faculdade de Pós graduação em Química Orgânica, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, p183.2013.

SIMAS, Naomi et al. **Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue: atividade larvicida de Myroxylon balsamum (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides**. Química Nova, v. 27, n. 1, p. 46-49, 2004.

SIMÕES, Claudia Maria.; SCHENKEL, Eloir.; SIMON, Devid. **O guia decepar chora de ervas: 40 receitas naturais para sua saúde perfeita**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

SIMÕES, Claudia Maria. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2010. 1102p.

SIMÕES, Claudia Maria. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFSC, 2004. 1102p.

SIMÕES, Rangel et al. **Estudo fitoquímico de Bauhinia forficata (Fabaceae)**. Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota), v. 5, n. 1, p. 27-31, 2015.

SOARES, Lúcia. **A família Myrtaceae – subtribos: Myrciinae e Eugeniinae na bacia hidrográfica do Rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil**. 2000. 462f. Tese. (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000.

SOUSA, ET AL., **Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais**. Química Nova. 30, 351-355. 2007.

SOUSA, Thiago Weslei et al. **Análise fitoquímica e avaliação biológica de *Pithecoctenium crucigerum* (Bignoniaceae)**. Anais do IX Seminário 52 de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação e Semana Nacional de Ciências e Tecnologia, Goiás, 2011.

TAIZ, Lincoln et al. **Plant physiology and development**. Sinauer Associates Incorporated, 2015.

TELES, Yanna et al. **Evidências da Relevância Fitoquímica e Biológica da Família Myrtaceae e do Gênero Syzygium**. Ensino de Ciências e Educação Matemática, Belo Horizonte- MG, P. 1-388–416, 2019

VELLOSA, J. C. R.; BARBOSA, V. F.; OLIVEIRA, O. M. M. F. **Pesquisas de produtos naturais: plantas e radicais livres**. Revista Eletrônica de Farmácia. Vol. IV (2), 119-130, 2007.

VIEGAS JR, Cláudio; BOLZANI, Vanderlan ; BARREIRO, Eliezer . **Os produtos naturais e a química medicinal moderna**. Química Nova, v. 29, n. 2, p. 326-337, 2006.

VILELA, Fernanda, et al. **Determination of three ultraviolet filters in sunscreen formulations and from skin penetration studies by high-performance liquid chromatography**. Química Nova, v. 34, n. 5, p. 879-883, 2011.

VIZZOTTO, Márcia; KROLOW, Ana Cristina; WEBER,. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Embrapa Clima Temperado-Documentos (INFOTECA-E), Pelotas, RS 2010.

World Health Organization 2004. **WHO Guidelines on safety monitoring of herbal medicines in pharmacovigilance systems**. Geneva.