



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
LICENCIATURA EM QUÍMICA**

JÉSSICA CRISTINA SILVA LOPES

AVALIAÇÃO DO TEOR DE FLAVONÓIDES DO OITI (*Licania tomentosa*).

**PARNAÍBA
2021**

JÉSSICA CRISTINA SILVA LOPES

AVALIAÇÃO DO TEOR DE FLAVONÓIDES OITI (*Licania tomentosa*).

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. *Campus Parnaíba*.

Orientador: Prof. Dr. Bartholomeu Araújo Barros Filho

PARNAÍBA
2021

JÉSSICA CRISTINA SILVA LOPES

AVALIAÇÃO DO TEOR DE FLAVONÓIDES DO OITI (*Licania tomentosa*).

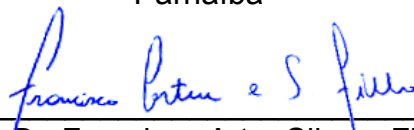
Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. *Campus Parnaíba*.

APROVADA EM 08/03/2021

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Bartholomeu Araújo Barros Filho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) - *Campus Parnaíba*



Prof. Dr. Francisco Artur Silva e Filho
Universidade Estadual do Piauí – (UESPI) - *Campus Alexandre Alves Oliveira*



Prof. Esp. Sebastião Maciel de Lima Neto

Deus, família e amigos.

AGRADECIMENTOS

À Deus por toda força, ânimo e coragem que me ofereceu para ter alcançado minha meta, não podendo esquecer o papel que teve ao longo do meu percurso, agradeço ao Senhor pela força que colocou no meu coração para lutar até alcançar esta grande meta na minha vida.

À Instituição quero deixar uma palavra de gratidão por ter me recebido de braços abertos e com todas as condições que me proporcionaram dias de aprendizagem muito ricos que vou levar comigo para sempre. Sou grata desde o pessoal do administrativo em especial ao pessoal da biblioteca, até a coordenação do curso, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus professores e professoras, deixo também meu agradecimento por tudo que aprendi com vocês, os conhecimentos repassados a me não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional obrigado, por esclarecer tantas dúvidas e serem tão atenciosos e pacientes.

Ao meu orientador Profº Drº Bartholomeu Araújo Barros Filho, obrigado, mestre, por exigir de mim muito mais do que eu imaginava ser capaz de fazer. Manifesto aqui minha gratidão eterna por sua confiança e incansável dedicação, por compartilhar sua sabedoria, o seu tempo e sua experiência.

A professora, Profª Drª Ana Maria Athayde Uchôa Thomaz, um agradecimento especial pela as orientações para a escrita do TCC e paciência.

Um dos agradecimentos mais especiais é dedicado aos meus pais, que me puseram no mundo e desde então me acompanham, me apoiam e sempre acreditaram em mim. À minha mãe Francisca Maria de Araújo Silva, eu deixo uma palavra gigante de agradecimento pois você sempre batalhou muito para oferecer a me e meus irmãos uma educação de qualidade. Meus agradecimentos aos meus irmãos, Joice Lopes e Jeferson Lopes, aos meus sobrinhos queridos, Daniel Aquiles e Maria Luisa, não esquecendo do meu primo Arthur Vinicius que é considerado por mim um sobrinho querido também, principalmente por essas crianças no auge de sua inocência arrancarem de me sorrisos sinceros, sorrisos esse que me deixaram mais leve. Aos primos queridos Mary e Nathan, que me fizeram rir em tempos de puro estresse. Aos meus avôs, tios e tias, que sempre acreditaram no meu potencial e nunca negaram uma palavra de incentivo.

Meus agradecimentos aos amigos Ivany Silva, Camila Sousa, Larisse, Cláudia Oliveira, Katiane Menezes, Angelina, Ingrid, Lecyane, Rayna, , Leonardo, Rilgard, Sabrina Teixeira, Adriana Freire, Ruth Elen, Alicia Ludimila, Daniele, Thayanne, Tomaz, Jarline, Auricelia, Luana Frota, Ana Carina Amaral, Gerlane Sousa, Silmara, Vagner Santos, Igor Galvão, Márcio André, Suellen, Luciano, companheiros de

trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Gostaria de agradecer imensamente a minha querida e melhor amiga Rayanne Carvalho, por ter me dado força, não ter me deixado desistir, por ter me incentivado e inspirado através de gestos e palavras a superar todas as dificuldades, por ter feito dos momentos de tensão, estresse, nossa escada para o sucesso, agradeço também a sua família, sua mãe Francisca quer por coincidência ou não é xará da minha, agradeço aos seus irmãos, Ryan Cornélio e Delmo, ao seu pai Paulo que em um momento mais íntimo da família, na oração, agradeceu a Jeová pela visita. No qual em suas palavras disse: “agradecemos a Jeová pela visita da nossa amiga e já da família Jéssica”.

Ao meu namorado Gerson Víctor, que jamais me negou apoio, carinho e incentivo. Obrigado, amor da minha vida, por aguentar tantas crises de estresse e ansiedade. Sem você do meu lado esse trabalho não seria possível. A todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a acreditar em mim eu quero deixar um agradecimento eterno, porque sem elas não teria sido possível.

Todos aqui citados deixo uma palavra gigante de agradecimento. Hoje sou uma pessoa realizada e feliz porque não estive só nesta longa caminhada. Vocês foram meu apoio.

Nestas últimas linhas de agradecimentos , quero deixar o meu agradecimento eterno ao meu tio/pai, Benjamim Ferreira Lopes Neto, o qual teve a vida interrompida tão precocemente, por um instante eu desisti de tudo, não queria nem mesmo viver este momento feliz da formatura, mas lembrei que daí do céu ainda vai querer compartilhar essa felicidade comigo, pois esta seria uma realização nossa. Obrigada por ter me amado, por dar bronca, por aconselhar, obrigada por ter sido essa pessoa de coração extremamente bondoso que você era. O meu amor não vai ter fim, te amo pra sempre.

“Viver não é esperar a tempestade passar... É aprender como dançar na chuva...”.

(Desconhecido)

RESUMO

Os compostos fenólicos compreendem uma variada classe de compostos como os ácidos fenólicos, flavonóides, taninos, entre outros, eles formam o grupo de antioxidantes de maior destaque e são os mais conhecidos na literatura científica. Pertencente à classe de metabólito secundário amplamente distribuída no reino vegetal. A *Licania tomentosa*, é uma espécie nativa do Brasil mais prevalente na Região Nordeste, nos estados da Bahia, Ceará, e Piauí, é uma planta utilizada pela medicina popular do nordeste brasileiro sobre a forma de extratos e infusões, estudos realizados sobre os extratos de sementes, destacou-se que inibem a atividade do vírus da herpes-simples. Partindo destas bases teóricas e para ressaltar as propriedades químicas desta planta, este projeto objetiva avaliar, através de metodologia espectrofotométrica, o teor de flavonóides no extrato etanólico do caule, casca do caule e folhas de *Licania tomentosa*, coletada na cidade de Parnaíba – PI. As análises foram realizadas utilizando um espectrofotômetro UV/Vis utilizando cubetas de vidro e o teor de flavonóides totais foram determinados usando uma curva analítica padrão de rutina na faixa de 3-21mg/L⁻¹, com um coeficiente de correlação linear R²=0,997329. O extrato etanólico das folhas (12,93%) obteve maior rendimento percentual seguido do caule (4,35%) e da casca do caule (1,58%). Os resultados mostraram que o EEC apresentou maior teor de flavonóides totais (339,92 µgER/mg) seguido do EECC (282,30 µER/mg), o extrato etanólico das EEF apresentou o menor teor (228,80 µER/mg).

Palavras- chave: *Espectrofotômetro UV/Vis, Curva de Calibração; Compostos Fenólicos.*

ABSTRACT

Phenolic compounds comprise a varied class of compounds such as phenolic acids, flavonoids, tannins, among others, they form the most prominent group of antioxidants and are the best known in the scientific literature. Belonging to the class of secondary metabolite widely distributed in the plant kingdom. *Licania tomentosa*, a native species of Brazil more prevalent in the Northeast region, in the states of Bahia, Ceará, and Piauí, is a plant used by folk medicine in northeastern Brazil in the form of extracts and infusions, studies carried out on extracts of seeds have been shown to inhibit herpes simplex virus activity. Based on these theoretical bases and to emphasize the chemical properties of this plant, this project aims to evaluate, through spectrophotometric methodology, the content of flavonoids in the ethanol extract of the stem, stem bark and leaves of *Licania tomentosa*, collected in the city of Parnaíba - PI. Analyzes were performed using a UV/Vis spectrophotometer using glass cuvettes and the content of total flavonoids was determined using a standard analytical rutin curve in the range of 3-21mg/L-1, with a linear correlation coefficient $R^2=0,997329$. The ethanol extract of the leaves (12.93%) had the highest percentage yield, followed by the stem (4.35%) and the stem bark (1.58%). The results showed that the EEC had the highest content of total flavonoids (339.92 $\mu\text{g ER/mg}$) followed by the EECC (282.30 $\mu\text{ER/mg}$), the EEF ethanol extract had the lowest content (228.80 $\mu\text{ER/mg}$).

Keywords: UV/Vis Spectrophotometer, Calibration Curve; Phenolic Compounds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Detalhes da espécie <i>Couepia Rufa</i> .	18
Figura 2 – Detalhes da espécie <i>Chrysobalanus icaco</i> L.	19
Figura 3 – Detalhes da espécie <i>Hirtella glandulosa</i> L.	19
Figura 4 – Árvore <i>Licania tomentosa</i> (Benth) Fritsch (A) e o tronco (B).	20
Figura 5 – Folha (C) e Fruto (D) do oitizeiro.	21
Figura 6 – Metabolismo primários produzidos pelas plantas.	23
Figura 7 – Estrutura química básica dos flavonóides.	27
Figura 8 – Esqueletos básicos das diversas subclasses dos flavonóides.	27
Figura 9 – Extração do EFF da <i>L. tomentosa</i> (9A) e solvente orgânico sendo removido em um evaporador rotativo (9B).	35
Figura 10 – Localização da espécie vegetal.	37
Figura 11 – Exsicata da espécie (11A) e tombo científico da exsicata (11B).	38
Figura 12 – Complexação de íons Al^{3+} com flavonóides para a formação do complexo flavonóide–Al.	40
Figura 13 – Soluções de rutina com variações de concentrações entre 3-21mg/L ⁻¹	40
Figura 14 – Inibição de radicais livres pelos flavonóides hidroxilados nas posições 3' e 4'	42

LISTA DE GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS

Tabela 1 - Rendimento dos extratos etanólico das folhas, caule e casca do caule	38
Tabela 2 - Resultados do teor de flavonóides totais.	41
Gráfico 1 - Curva padrão de rutina utilizada para o FLAT	41
Quadro 1 - Estrutura de metabólitos secundários.	24
Quadro 2 - Classes de metabólitos secundários isolados de espécies de <i>Licania</i> .	29

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BFG	Grupo Flora Brasil
CCD	Cromatografia de camada Delgada
CG	Cromatografia Gasosa
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CL-EM	Cromatografia Líquida Associada à Espectrometria de Massas
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EEF	Extrato etanólico das folhas
EEC	Extrato etanólico do caule
EECC	Extrato etanólico da casca do caule
EHF	Extrato hidroalcoólico
EMP	Extrato metanólico da polpa
EMS	Extrato metanólico da semente
EES	Extrato etanólico da semente
EMC	Extrato metanólico da casca
EEP	Extrato etanólico da polpa
EMA	Extrato metanólico de amêndoas
Eq	Equação
FLAT	Teor de flavonóides totais
HDELTA	Herbário Delta do Parnaíba
RNA	Ácido ribonucleico
UFDPAr	Universidade Federal do Delta do Parnaíba

UV

Ultravioleta

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
AlCl_3	Cloreto de Alumínio
cm	Centímetro
nm	nanômetro
m	Metros
g	Gramas
g/cm^3	Gramas por centímetro cúbico
mg/L^{-1}	Miligramas por litro
mL	Mililitro
MeOH	Metanol
mg/mL^{-1}	miligramas por mililitro
H_2O	Água
°C	Graus Celsius
μL	Microlitros
$\mu\text{L/mL}$	Microlitros por mililitro
ER/g	Equivalente de rutina por gramas
$\mu\text{g/mL}$	Microgramas por Mililitro
$\mu\text{gEQ/mg}$	Micrograma equivalente de quercetina por miligramas
$\mu\text{gER/mg}$	Micrograma equivalente de rutina por miligramas

SUMÁRIO

APROVADA EM 08/03/2021	2
1 INTRODUÇÃO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS	18
2.2 ME2.1.1 <i>Chrysobalanaceae</i>	18
2.1.2 <i>Licania tomentosa</i>	20
TABOLISMO VEGETAL	22
2.2.1 Metabólitos primários	22
2.2.2 Metabólitos secundários	23
2.2.3 Compostos fenólicos	26
2.3 ISOLAMENTO METABÓLITOS SECUNDÁRIOS FIXOS NO GÊNERO <i>Licania</i>	28
2.4 ATIVIDADE BIOLÓGICA E IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA <i>Chrysobalanaceae</i>	29
2.4.1 Atividades antioxidantes dos flavonóides	30
3 OBJETIVOS	33
3.1 OBJETIVO GERAL	33
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
4 METODOLOGIA	34
4.1 TIPO DE PESQUISA	34
4.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	34
4.2.1 Coleta da espécie vegetal	34
4.2.2 Preparação da exsicata	34
4.2.3 Reagentes e equipamentos	35
4.2.4 Preparação dos extratos	35
4.3 AVALIAÇÃO DO TEOR DE FLAVONOIDES	36
4.3.1 Preparo das soluções	36
4.3.2 Preparo das soluções para curva de calibração	36
4.3.3 Determinação de flavonoides totais	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 COLETA E PREPARAÇÃO DA EXSICATA	38
5.2 OBTENÇÃO E RENDIMENTO DOS EXTRATOS	39
5.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FLAVONOIDES	40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
7 PERSPECTIVAS FUTURAS	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Plantas medicinais são espécies vegetais que possuem princípios ativos de ação terapêutica, amplamente utilizadas no tratamento e na cura de doenças (FALEIRO et al., 2018). Os compostos químicos produzidos pelo metabolismo secundário apresentam uma grande variedade estrutural e diferente composição, além de serem encontradas em diferentes partes das plantas sendo eles denominados metabólitos secundários.

Os compostos fenólicos são uma importante classe de metabólitos secundários compreendem compostos como os ácidos fenólicos, cumarinas, flavonóides, isoflavonoides, estilbenos, lignanas e taninos (IGNAT; VOLF; POPA, 2011). Estes metabólitos secundários formam o grupo de antioxidantes de grande destaque com diversos estudos na literatura científica (IGNAT; VOLF; POPA, 2011).

Os flavonóides são compostos de grande importância biológica, pesquisas têm demonstrado que eles possuem diversas atividades farmacológicas como anticancerígeno, atividade antioxidante, anti-inflamatória e antitumoral, (ARAÚJO, 2008; FILHO et al., 2001; LIU et al., 2007), entretanto, a melhor propriedade relatada na literatura para quase todos os grupos de flavonóides é a sua capacidade de atuar como potente antioxidante, podendo proteger o corpo humano dos radicais livres (SAXENA et al., 2012).

A família Chrysobalanaceae possui 17 gêneros com cerca de 450 espécies (SENSO DOLGREM 1980 apud CASTILHO et al., 2008). A espécie *Licania tomentosa* pertence à família Chrysobalanaceae, é conhecida vulgarmente como oiti, esta espécie vegetal é nativa do Brasil podendo ser encontrada principalmente na Região Nordeste, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí. Segundo Lorenzi (1992), esta espécie é característica das florestas primárias densas, mas também das formações abertas e secundárias da Mata Atlântica, com registros nas Restingas (Vegetação com influência marinha) e Tabuleiros litorâneos (Floresta estacional semidecidual das terras baixas). Sua madeira é usada na fabricação de embarcações, construção civil, em postes e vigas, além de ser bastante utilizada em projetos paisagísticos (LORENZI 1992 apud SOUZA et al., 2009), Os frutos desta espécie podem ser consumidos in natura (LORENZI et al., 2006) ou processados para extração de polpa utilizada no preparo de vitaminas,

doces, sucos, geleias e sorvetes. Embora constituam uma fonte economicamente viável para a confecção de produtos alimentícios, os frutos do oitizeiro são pouco utilizados na alimentação humana (ALBUQUERQUE et al., 2009), e em processamentos agroindustriais, o que acarreta um grande desperdício da matéria-prima (SOUSA et al., 2011), portanto há a necessidade de estudos que possam analisar a viabilidade para fins alimentícios.

A espécie *Licania tomentosa* também vem sendo pesquisada com fins químico/farmacológicos, dentre as principais classes de metabólitos secundários identificados nesta espécie vegetal estão os flavonóides, terpenóides (diterpenos e triterpenos), esteróides e taninos, o que leva a inferir sobre possíveis ações antioxidante, antimicrobiana, antiviral e/ou anti-inflamatória (CASTILHO; KAPLAN, 2008; SILVA et al., 2012).

Estudos mostram, por exemplo, que os extratos de sementes inibem a atividade do vírus da herpes-simples (MIRANDA et al., 2002) e também apresentam atividade leishmanicida (DELORENZI et al., 2003). O extrato das folhas tem potencial fungicida no controle da antracnose de banana em pós-colheita (CARMINATE, 2015). Fernandes et al., (2003) isolaram, de folhas e frutos de *L. tomentosa*, triterpenos (ácidos betúlico, oleanólico e pomólico), que apresentam atividades antitumoral contra linhagens de células leucêmicas. Castilho e Kaplan (2010), ao estudarem os componentes voláteis (óleo) dos frutos de *L. tomentosa*, identificaram treze compostos, entre eles álcoois (35,6%), aldeído (16,7%), ésteres alifáticos (12,0%), monoterpenos (3,9%) e cetona (22,4%).

Partindo destas bases teóricas e para ressaltar as propriedades químicas desta planta este projeto tem como objetivo avaliar o teor de flavonóides no extrato etanólico do caule, casca do caule e folhas de *Licania tomentosa*, coletada na cidade de Parnaíba – PI

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS

2.1.1 Chrysobalanaceae

A família Chrysobalanaceae pertencente à ordem Malpighiales, esta família compreende 27 gêneros e 536 espécies, e apresenta distribuição pantropical (CHRISTENHUSZ et al. 2017), ainda que a região neotropical compreenda a maior diversidade em número de gêneros e espécies: 16 gêneros e mais de 400 espécies (SOTHERS et al. 2016). Chrysobalanaceae está distribuída desde o México, América Central, Flórida e ilhas do Caribe até o sul do Brasil e Paraguai, estando representada nos biomas neotropicais mais representativos. Segundo dados da Flora do Brasil (2020), no Brasil já são registradas 330 espécies distribuídas em 13 gêneros (*sensu* Sothers et al., 2014). A Mata Atlântica é o segundo Domínio fitogeográfico do Brasil com maior representatividade da família, onde são conhecidas cerca de 65 espécies e destas mais de 60% são endêmicas (BFG, 2015). Nesta região, a família tem importante valor ecológico e social, pelos frutos serem apreciados pela fauna e comunidades locais.

Couepia é o terceiro maior gênero de Chrysobalanaceae com 58 espécies (Sothers et al. 2014), distribuídas na região Neotropical (Prance 2014), do México ao sul do Brasil (Prance & Sothers 2003). No Brasil são registradas 51 espécies, das quais 28 são endêmicas (Flora do Brasil 2020, *sensu* Sothers et al., 2014). Na Figura 01 é mostrada a espécie Couepia Rufa.

Figura 1: Detalhes da espécie Couepia Rufa.



Chrysobalanus possui três espécies distribuídas no Neotrópico e África Tropical, com uma espécie endêmica das Antilhas e outra das florestas submontanas da Venezuela e Brasil (Prance 2014). Na Figura 02 é mostrada a espécie *Chrysobalanus icaco* L.

Figura 2: Detalhes da espécie *Chrysobalanus icaco* L.



Fonte: <http://ciprest.blogspot.com/2017/03/ajuru-vermelho-ou-icaco-chrysobalanus.html> e <https://www.regionalconservation.org/ircs/database/plants/PlantPageFK.asp?TXCODE=Chryicac>

O gênero *Licania* é comum nos países sul americanos, como Venezuela e Brasil. No Brasil as espécies deste gênero são encontradas em floresta atlântica dos estados de Pernambuco, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais e na região Amazônica (CARVALHO e COSTA, 2009). *Hirtella*, gênero representado por árvores ou arbustos, compreende 108 espécies na região neotropical, 69 delas no Brasil e 31 no estado do Pará (BFG 2015). Na Figura 03 é mostrada a espécie *Hirtella glandulosa*.

Figura 3: Detalhes da espécie *Hirtella glandulosa* L.



Fonte: <http://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site/2017/04/03/hirtella-glandulosa-spreng/>

2.1.2 *Licania tomentosa*

Popularmente conhecida como oiti, mas também chamada de oiti-da-praia, oiti-cagão, oiti-mirim e goiti, a *Licania tomentosa* (Benth.) é uma árvore pertencente à família Chrysobalanaceae é uma árvore de grande porte, podendo chegar a 20 m e com tronco de 30 a 50cm de diâmetro. Devido ao fato de sua copa frondosa a espécie vegetal é predominante na arborização urbana de diversas cidades brasileiras, principalmente em regiões de clima quente do Brasil, partindo de São Paulo ao Norte do país, proporcionando sombra (FERREIRA, GASPAROTTO e LIMA, 2001). A Figura 04, mostra a árvore (A) e o tronco (B) do oiti.

Figura 4: Árvore *Licania tomentosa* (Benth) Fritsch (A) e o tronco (B)



Fonte: Autoria própria, 2021.

A casca do tronco tem coloração acinzentada e o fuste (distância do solo às primeiras ramificações do tronco) é relativamente curto em comparação ao tamanho da copa. Esta árvore pode ser encontrada desde as florestas remanescentes do norte do Espírito Santo até nas restingas costeiras do nordeste brasileiro, a sua madeira é considerada pesada ($0,98\text{g/cm}^3$), dura, resistente e de longa durabilidade, sendo utilizada na construção civil, obras hidráulicas, dormentes, postes e estacas (LORENZI, 2008).

Os frutos do oitizeiro podem ser consumidos in natura ou processados para extração de polpa utilizada no preparo de vitaminas, doces, sucos, geleias e sorvetes. Segundo Oliveira et al., (2016) possuem odor característico, sabor adocicado e um pouco adstringente, com bom rendimento de polpa e baixa acidez. Embora constituam uma fonte economicamente viável para a confecção de produtos alimentícios, os frutos do oitizeiro são pouco utilizados na alimentação humana e em

processamentos agroindustriais, o que acarreta um grande desperdício da matéria-prima (Sousa et al., 2011).

Os frutos do oiti são drupáceos, elípticos, monospermicos, carnosos, indeiscentes e fixados em pedúnculos não articulados. [...] O pericarpo é formado pelo epicarpo liso, glabro, delgado e, quando maduro, amarelo a alaranjado e, quando imaturo, esverdeado; mesocarpo carnoso, fibroso, espesso, amarelo a alaranjado e endocarpo membranáceo, de coloração branca a creme (MONTEIRO et al., p. 92, 2012).

Quanto às folhas são simples, alongadas, de 7 a 14 centímetros de comprimento por 3 a 5 centímetros de largura, bordas lisas, superfície lisa e brilhante, cor verde-clara, quando novas, verde-escura, após o seu pleno desenvolvimento e persistente durante o ano todo. Na Figura 05 exibirá as folhas e frutos do oiti.

Figura 5: Folha (C) e Fruto (D) do oitizeiro.



Fonte: Autoria própria, 2021 (C) e <http://ciprest.blogspot.com/2019/10/oiti-licania-tomentosa.html>. .

Às sementes do oiti, Monteiro et al. (2012) destacam que

são exalbuminosas, de forma elíptica e com funículo aderido, tegumento liso, coloração marrom, de cartáceo a coriáceo, com rafe visível longitudinalmente, micrópila e hilo inconspícuos, com

cotilédones elípticos e plano-convexos, crassos, de coloração creme a levemente róseo (MONTEIRO et al., 2012).

2.2 METABOLISMO VEGETAL

O metabolismo é definido como o conjunto total das transformações das moléculas orgânicas, catalisadas por enzimas, que ocorre nas células vivas, suprimindo o organismo de energia, renovando suas moléculas e garantindo a continuidade do estado organizado (MARZZOCO e TORRES, 2007). Essas reações possuem certa direção devido à presença de enzimas específicas, estabelecendo, assim, as rotas metabólicas, visando o aproveitamento de nutrientes para satisfazer as exigências fundamentais da célula. Além do metabolismo primário, responsável pela síntese de celulose, lignina, proteínas, lipídeos, açúcares e outras substâncias importantes para a realização das funções vitais, as plantas também apresentam o chamado metabolismo secundário (CHAMPE et al., 2008).

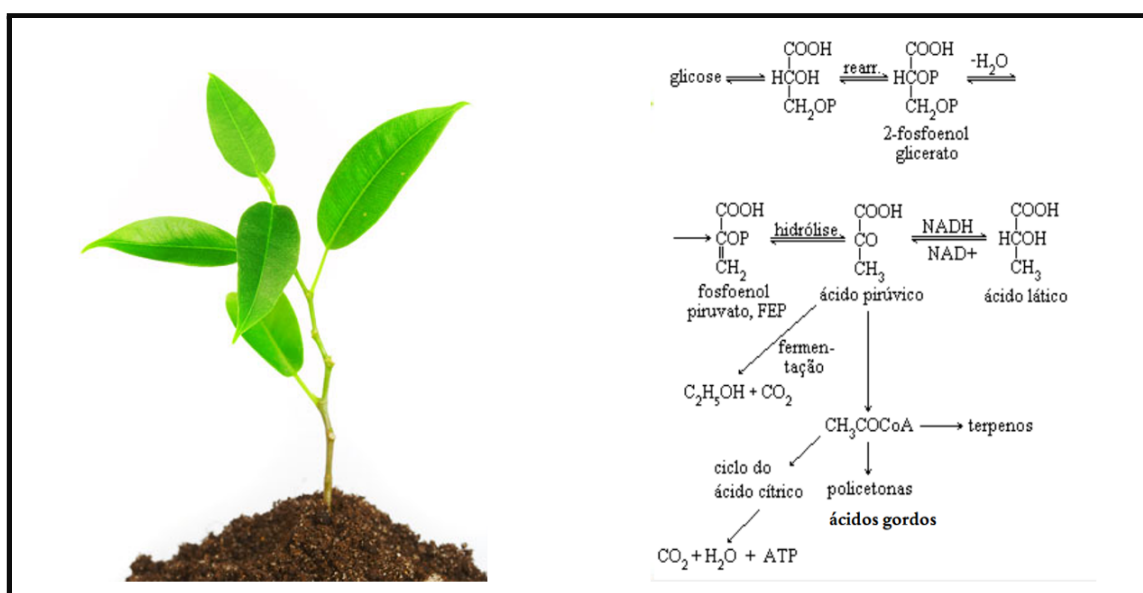
O metabolismo vegetal é responsável pela formação, acúmulo e degradação de substâncias celulares de natureza orgânica. Esta biossíntese é classificada em metabolismo primário, responsável por produzir nutrientes vitais para o organismo vegetal; e metabolismo secundário, que produz substâncias derivadas dos metabólitos primários e atuam na defesa contra herbívoros e infecções por microrganismos proteção contra radiação UV, atração de polinizadores, entre outras funções (SIMÕES et al. 2010).

2.2.1 Metabólitos primários

As espécies vegetais possuem inúmeras substâncias em sua composição, as quais também são chamadas de metabólitos. Segundo Ricardo (2011) uma das principais características dos seres vivos é a atividade metabólica, que compreende um conjunto de reações químicas que ocorrem constantemente no interior das células. A relação entre a química e a biologia é primordial para descrever as principais funções dos metabólitos primários e sua relação com a divisão, crescimento celular e reprodução das plantas (FUMAGALI et al., 2008). Os metabólitos primários são frequentemente citados como compostos diretamente ligados à sobrevivência da planta, tais como: proteínas, lipídeos, RNA, DNA, aminoácidos e açúcares e sempre foram considerados essenciais a todas as espécies. (KERBAUY, 2004).

Kliebenstein (2013), relata em seu trabalho que é por meio do metabolismo primário que pode haver relações entre moléculas de água, carbono e minerais para gerar moléculas essenciais à vida da planta. A Figura 06 exibirá o metabolismo primário produzido pelas plantas.

Figura 6: Metabolismo primários produzidos pelas plantas.



Fonte: Almeida, 2017.

O metabolismo primário é constituído pelos processos metabólicos que exercem uma função indispensável nas plantas, como a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos. Os compostos provenientes desse processo têm uma distribuição universal, como os aminoácidos, carboidratos, lipídios, ácidos nucleicos e clorofila (RICARDO, 2011).

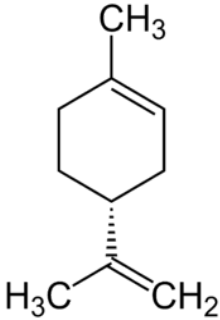
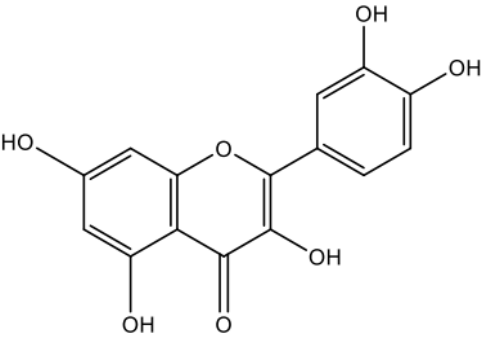
2.2.2 Metabólitos secundários

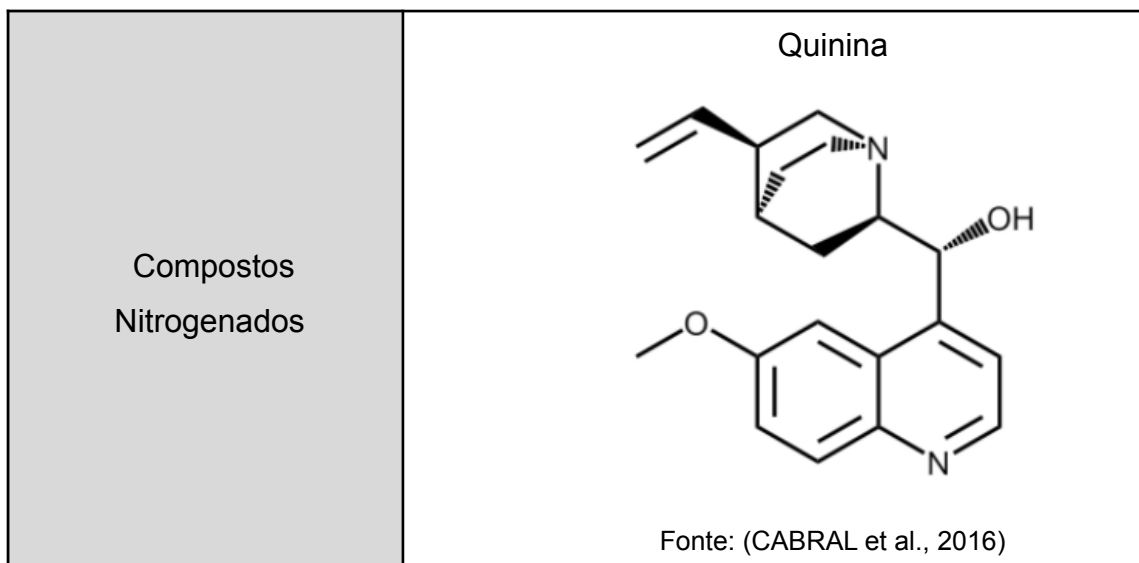
O metabolismo é definido como o conjunto total das transformações das moléculas orgânicas, catalisadas por enzimas, que ocorre nas células vivas, suprimindo o organismo de energia, renovando suas moléculas e garantindo a continuidade do estado organizado (MARZZOCO e TORRES, 2007).

Além do metabolismo primário, responsável pela síntese de celulose, lignina, proteínas, lipídeos, açúcares e outras substâncias importantes para a realização das funções vitais, as plantas também apresentam o chamado metabolismo secundário (CHAMPE et al., 2008). Pode-se dizer que os metabólitos secundários são compostos orgânicos produzidos pelos diversos vegetais.

Berg e Lubert, (2008) afirmam que metabólitos secundários são geralmente de estrutura complexa, baixo peso molecular, possuem atividades biológicas marcantes e, diferentemente dos metabólitos primários, apresentam-se em baixas concentrações e em determinados grupos de plantas. Os metabólitos secundários vegetais destacam-se na área da farmacologia devido a seus efeitos biológicos sobre a saúde da espécie humana, Segundo Fumagali et al (2008), a classificação dos metabólitos secundários é dada de acordo com sua rota biossintética, podendo ser divididos em três grupos quimicamente distintos: terpenos, compostos fenólicos, e compostos nitrogenados, no Quadro 01 temos algumas estruturas dos metabólitos secundários.

Quadro 1: Estrutura de metabólitos secundários.

Classe de Metabólitos secundários	Exemplo
Terpenos	Limoneno  Fonte: http://jornalbioquimicap.blogspot.com/2012/12/a-quimica-dos-de-alimentos.html
Compostos Fenólicos	Quercetina  Fonte: (SOUZA, 2016)



Aproximadamente 55.000 terpenóides já foram isolados, podendo estes apresentar funções tanto no metabolismo primário como secundário. Alguns terpenos possuem função definida no crescimento ou desenvolvimento da planta, podendo ser citado o grupo das giberelinas que são diterpenos e podem ser considerados compostos primários (TAIZ, ZEIGER, 2009). A maior contribuição dos terpenos como metabólitos secundários está no fato desse grupo atuar como toxinas e inibidores do forrageio, defendendo a planta contra muitos insetos e outros animais (SILVA, 2013).

Dentre essas três grandes classes de metabólitos secundários, os compostos fenólicos apresentam maior destaque por sua ação antioxidante, antimutagênica, antialérgica, anti-inflamatória, antiviral e antiproliferativa. Em alimentos, contribuem para a estabilidade oxidativa, cor, odor, sabor e adstringência (COSTA et al., 2015).

Os alcaloides são substâncias orgânicas de baixo peso molecular, que apresentam como característica cadeias cíclicas com átomos de nitrogênio. Tais metabólitos são derivados de aminoácidos aromáticos, provenientes do ácido chiquímico, e de aminoácidos alifáticos, podendo também derivar-se de bases nitrogenadas, (SILVA, 2014). Estima-se que já foram isolados e caracterizados mais de 27.000 estruturas diferentes de alcalóides, a maioria deste composto são provenientes de vegetais, podendo também ser encontrados, em menor grau, em animais e microrganismos (DEWICK, 2008).

2.2.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são amplamente encontrados em espécies de passifloras, apresentam uma estrutura química formada por um anel aromático ligado a um radical hidroxila. Esse grupo de metabólitos secundários constitui um grupo quimicamente heterogêneo, com aproximadamente 10.000 compostos. Esses compostos podem ser sintetizados por duas rotas metabólicas, sendo elas a via do ácido chiquímico e a via do ácido mevalônico (TAIZ, ZEIGER, 2009).

Os compostos fenólicos compreendem uma variada classe de compostos como os ácidos fenólicos, cumarinas, flavonóides, isoflavonoides, estilbenos, lignanas e taninos (IGNAT; VOLF; POPA, 2011).

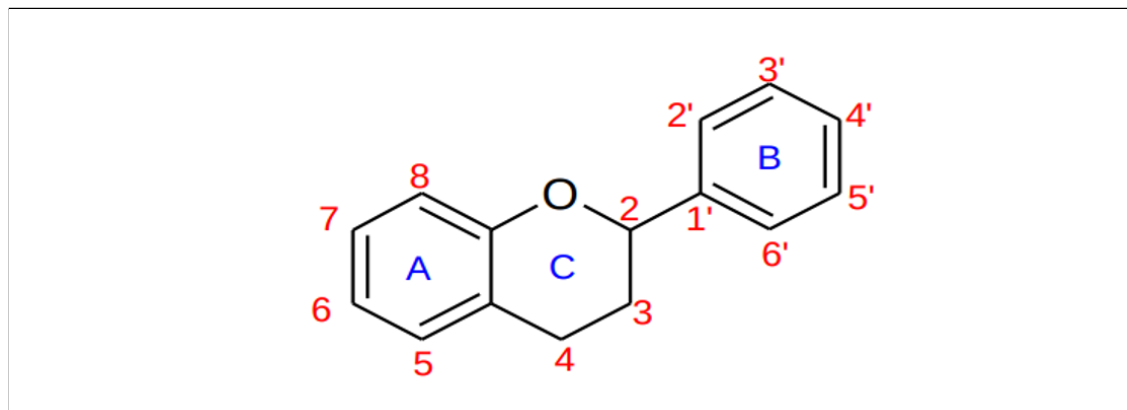
Segundo Piazzon et al. (2012) os ácidos fenólicos apresentam alta atividade antioxidante e estão associados à cor e ao sabor dos alimentos. São amplamente distribuídos na alimentação humana, sendo encontrados em frutas, vegetais e bebidas, como café, cerveja e sucos de fruta. Nacz e Shahidi (2004) relata em seu trabalho que os compostos fenólicos produzidos pelo metabolismo secundários dos vegetais são essenciais para o seu crescimento e reprodução, além disso, são produzidos em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros.

Assim, os compostos fenólicos formam o grupo de antioxidantes de maior destaque e são os mais conhecidos na literatura científica. A relevância dada a esses compostos ocorre por estarem relacionados à prevenção e ao alívio de algumas doenças degenerativas (IGNAT; VOLF; POPA, 2011).

Os flavonóides são os principais representantes dos compostos fenólicos, com estrutura $C_6-C_3-C_6$ (FIGURA 07). Quimicamente são constituídos de dois anéis benzênicos, ligados através de um anel de pirano heterocíclico. É uma classe de metabólito secundário amplamente distribuída no reino vegetal, sendo biossintetizados através das vias do ácido chiquímico e do ácido acético. Apresentam uma ampla diversidade estrutural, podendo ser encontrados como agliconas, ou sob a forma de glicosídeos e/ou derivados metilados e/ou acilados. Os esqueletos básicos das diversas subclasses dos flavonóides como, flavonóis, flavonas, flavanonas, isoflavonoides e antocianinas, (FIGURA 08) obtidas

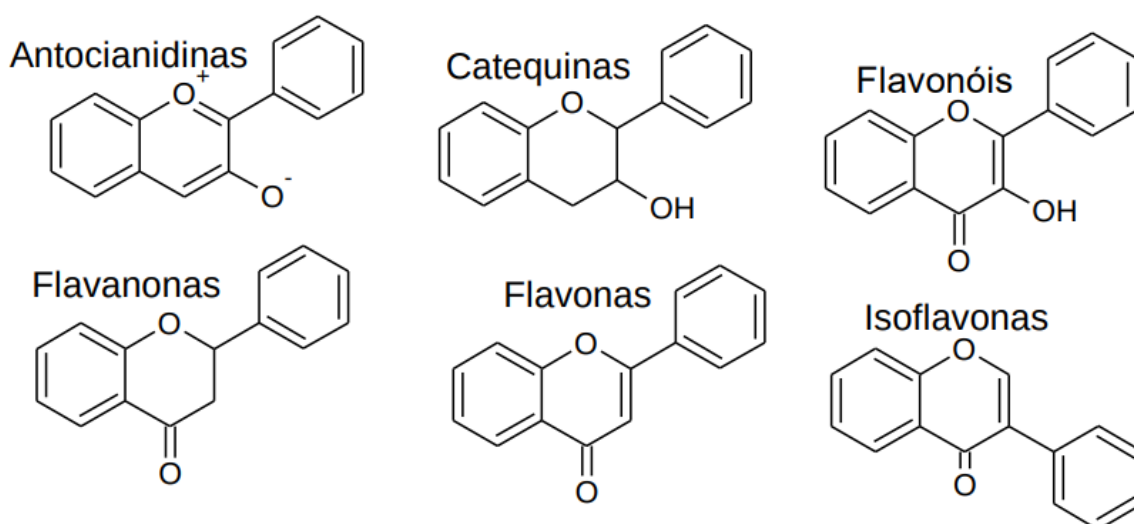
em decorrência de modificações no anel central (COUTINHO, MUZITANO, COSTA, 2009).

Figura 7: Estrutura química básica dos flavonóides.



Fonte: SOUZA, 2016.

Figura 8: esqueletos básicos das diversas subclasses dos flavonóides.



Fonte: SOUZA, 2016.

As isoflavonas são uma subclasse de flavonoides de importância biológica. Pesquisas têm demonstrado que a genisteína e a daidzeína, flavonoides presentes na soja, apresentam efeito anticancerígeno. Em populações que consomem dietas ricas em soja e seus derivados, é possível observar uma menor incidência de determinados tipos de câncer (cólon, mama e próstata, principalmente) quando comparadas com populações que não consomem esses alimentos (LIU et al., 2007). Estes compostos bioativos e não nutricionais apresentam estrutura química similar ao estradiol, o principal hormônio feminino e assim se encaixam nos receptores de estrogênio. Desta forma, as isoflavonas apresentam a habilidade de

imitar os estrógenos, ao que se atribuem os seus efeitos e benefícios à saúde e na reposição hormonal (LEITE, 2008).

A atenção farmacológica dada aos flavonoides correlaciona-se com suas múltiplas atividades farmacológicas, como, atividade antioxidante, anti-inflamatória e antitumoral, poder de redução a fragilidade e permeabilidade capilares; inibição da destruição do colágeno a agregação plaquetária. Assim, a ingestão de flavonóides está associada à longevidade e à redução na incidência de doenças cardiovasculares (ARAÚJO, 2008; FILHO et al., 2001), entretanto, a melhor propriedade relatada na literatura para quase todos os grupos de flavonóides é a sua capacidade de atuar como potente antioxidante, podendo proteger o corpo humano dos radicais livres e espécies reativas de oxigênio (SAXENA et al., 2012).

Os flavonoides podem interferir em diferentes sistemas de produção de radicais livres, além de aumentar a ação de antioxidantes endógenos. Portanto, atuam estabilizando as espécies reativas de oxigênio ao reagirem com o composto reativo do radical, tornando-o inativo. Também é conhecida a ação destes antioxidantes na redução do peroxinitrito gerado a partir da reação do óxido nítrico com radicais livres. Além de agirem como quelantes de ferro, os quais induzem a formação de radicais livres (NIJVELDT et al., 2001).

2.3 ISOLAMENTO METABÓLITOS SECUNDÁRIOS FIXOS NO GÊNERO *Licania*

A partir das espécies do gênero *Licania* foram isolados e identificados várias substâncias, principalmente das classes dos diterpenos, triterpenos, flavonóides e também taninos (MACEDO, 2011; MONTEIRO et al., 2012). Estudos encontrados na literatura reportam que foram isolados e identificados aproximadamente 87 metabólitos secundário, subdivididos em cinco classes estruturais sendo que a maioria pertence aos terpenos e flavonoides, constatou-se também dos 39 flavonoides isolados a subclasse dos flavonóis continha 35 estruturas, o que corresponde a 89,7% dos flavonóides isolados. A quantidade de flavonoides isolados em espécies deste gênero pode justificar a afirmativa de que os flavonoides podem ser considerados marcadores químicos do gênero *Licania*.

O quadro 02 demonstra de forma resumida as principais classes de metabólitos secundários isolados do gênero *Licania*, sendo eles triterpenos (ácido betulínico; alfitóico), flavonoides glicosilados (miricetina-3-metiléter-3-O-glicosídeos),

cromonas (5,7-dihidoxi-2-alquilocromona), esteróides (β -sitostero; estgmasterol), entre outros.

Quadro 2: Classes de metabólitos secundários isolados de espécies de *Licania*.

Espécies	Parte da planta	Componentes químicos isolados	Referência
<i>Licania heteromorpha</i>	Folhas e partes aéreas	Triterpenos	BRACA, 2000.
<i>Licania densiflora</i>	Folhas	Flavonoides	BRACA, 2001.
<i>Licania apetala</i>	Folhas	Flavonoides	BRACA, 2002.
<i>Licania arianeae</i>	Folhas	Cromonas	CARVALHO, 2005.
<i>Licania tomentosa</i>	Frutos	Triterpenos	CASTILHO, 2005.
<i>Licania tomentosa</i>	Folhas e frutos	Triterpenos e esteróides	CASTILHO, 2008.

2.4 ATIVIDADE BIOLÓGICA E IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DE ESPÉCIES DA FAMÍLIA Chrysobalanaceae

As espécies de Chrysobalanaceae são utilizadas para diversos fins na medicina popular principalmente na África e América do Sul. De modo similar, às espécies do gênero *Licania* estão sendo utilizadas para vários tratamentos. As folhas da espécie *Licania rígida* conhecida como oiticica é usada no nordeste do Brasil para tratar diabetes, dor de estômago, diarreia, disenteria e inflamações em geral (ALBUQUERQUE et al., 2007; AGRA et al., 2008; CARTAXO; SOUZA; ALBUQUERQUE, 2010). Já o chá da casca seca de *Licania macrophylla* é usado como anti-inflamatório, no tratamento de inflamações do sistema reprodutor masculino e feminino e no tratamento de verminoses e suas sementes são usadas contra diarreias e tem ação cicatrizante em ferimentos (GOMES et al., 2006).

Os diterpenos encontrados em espécies vegetais desta família apresentaram efeito citotóxico, potencialidade no tratamento da Síndrome da imunodeficiência adquirida e ação antifúngica, enquanto para os flavonoides a literatura relata, principalmente, a presença de atividade antioxidante (CASTILHO; KAPLAN, 2008). As espécies da referida família apresentam vários usos

terapêuticos; na África, várias espécies são empregadas no tratamento de malária, enquanto no Brasil, a espécie *L. tomentosa* é utilizada para o tratamento empírico de diabetes (AGRA; FREITAS; BARBOSA-FILHO, 2007).

Estudos também destacam a importância nutricional das espécies desta família. Amza e colaboradores (2011) determinaram a composição proximal e os teores de minerais das sementes de *Parinarium macrophyllum*, e verificaram que a referida espécie é uma boa fonte de proteína ($\geq 50\%$), de sódio (1306 ± 0.58 mg/100g), de cálcio (166.69 ± 0.55) e de fósforo (623.99 ± 0.14 mg/100g), além de apresentarem baixo teor de lipídio ($<5\%$). Já Aguiar e colaboradores (2011), ao determinarem a composição proximal da polpa do fruto de *Chrysobalanus icaco* L, encontraram elevados teores de carboidratos, baixos teores de lipídio e proteína. O extrato das folhas tem potencial fungicida no controle da antracnose de banana em pós-colheita (CARMINATE, 2015). Fernandes et al. (2003) isolaram, de folhas e frutos de *L. tomentosa*, triterpenos (ácidos betúlico, oleanólico e pomólico), que apresentam atividades antitumoral contra linhagens de células leucêmicas. Os extratos de sementes desta espécie inibem a atividade do vírus da herpes-simples (MIRANDA et al., 2002) e também apresentam atividade leishmanicida (DELORENZI et al., 2003). Estudo realizado por Teixeira (2012) com polpa, semente e casca da *L. tomentosa* mostrou que tanto a polpa como a semente não são boas fontes de lipídios ($< 2\%$) e proteínas ($< 10\%$). Entretanto, ambos se destacaram nos teores de fibra ($> 20\%$).

Assim, nota-se que as espécies da família Chrysobalanaceae apresentam destaque, pois apresentam diferentes atividades biológicas devido às diferentes classes de metabólitos secundários que produzem em seu metabolismo secundário. Além disso, as espécies frutíferas também podem ser utilizadas na alimentação e/ou como possível ingrediente alimentício.

2.4.1 Atividades antioxidantes dos flavonóides

A atividade antioxidante dos flavonóides é consequência das suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004). Segundo Marchand (2002), os flavonóides demonstram eficácia no combate de vários tipos de moléculas oxidantes que estão envolvidos em danos no DNA e promoção de tumores.

Quimicamente, os flavonóides e isoflavonoides são doadores de elétrons. Eles apresentam estruturas químicas conjugadas em anel β , ricas em grupos hidroxilas, que tem potenciais ações antioxidantes por reagirem e inativarem ânions superóxido, oxigênio singlete, radicais peróxido de lipídios e/ou estabilizando radicais livres envolvidos no processo oxidativo através da hidrogenação ou complexação com espécies oxidantes (BIRT; HENDRICH; WANG, 2001). Das e Pereira, (1990), citados por Harborne (2000), demonstraram que o grupo carbonila, em C-4, e a dupla ligação, entre C-2 e C-3, desempenham um importante papel na ação antioxidante dos flavonóides. Além disso, a configuração das hidroxilas no anel é determinante no processo de eliminação dos radicais livres.

Assim, os compostos fenólicos formam o grupo de antioxidantes de maior destaque e são os mais conhecidos na literatura científica. A relevância dada a esses compostos ocorre por estarem relacionados à prevenção e ao alívio de algumas doenças degenerativas (IGNAT; VOLFF; POPA, 2011).

2.4.2 Teor de flavonoides

Os flavonóides existentes na natureza estão relacionados com grande variedade de atividades biológicas, como ação antiinflamatória e antioxidante, apresentando efeitos benéficos à saúde. Segundo Peixoto Sobrinho et al. (2010), diversas técnicas podem ser empregadas para a detecção e doseamento de flavonóides em amostras vegetais. A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) destaca-se como uma das mais precisas e exatas, entre estas técnicas, porém técnicas como Cromatografia Gasosa (CG), Cromatografia Líquida Associada à Espectrometria de Massas (CL-EM), cromatografia de camada Delgada (CCD), entre outras também podem ser empregadas. Contudo, em relação às demais técnicas, a quantificação de flavonóides por espectrofotometria é uma alternativa mais simples, prática e mais barata. A análise dos flavonóides pode ser efetuada na região do ultravioleta ou visível, em decorrência das ligações duplas presentes nos anéis aromáticos (MARCUCCI, WOISKY, SALATINO, 2008; PEIXOTO SOBRINHO et al., 2010). Ainda segundo Peixoto et al., (2010), a quantificação de flavonóides totais, é um método considerado de alta especificidade a 420nm. Esta especificidade permite quantificar os flavonóides nos extratos de espécies vegetais, mesmo na presença de diversas outras classes de metabólitos secundários. Embora extremamente utilizada, a pouca seletividade tem sido um dos maiores desafios

dessa técnica para análise de matrizes complexas como os extratos vegetais, pois a espectrofotometria direta pode ocasionar sobreposição das bandas, impedindo a absorção do componente de interesse. (ROCHA et al., 2004). Decorrente disso, para obtenção dos espectros dos flavonoides sem a interferência de outros compostos fenólicos, comumente se emprega o método colorimétrico com cloreto de alumínio (AlCl_3) para tratamento das amostras a serem analisadas, este método de determinação de flavonóides pela espectrofotometria no UV-visível, baseia-se na complexação do cátion alumínio (Al^{+3}) com as moléculas de flavonóides presentes na amostra, formando um complexo estável flavonóide- Al^{+3} de coloração amarela, cuja intensidade é proporcional à concentração de flavonóide na amostra. Ao formar o complexo ocorre na análise espectrofotométrica um desvio para maiores comprimentos de onda, ou seja, ocorre um deslocamento batocrômico, bem como uma intensificação da absorção, o que permite sua identificação sem interferência de outros compostos fenólicos presentes na amostra (PEIXOTO SOBRINHO et al., 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o teor de flavonoides totais do extrato etanólico das folhas, caule e casca do caule de *Licania tomentosa*.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar e coletar a espécie *Licania tomentosa*;

Produzir a exsicata da espécie para identificação e registro em herbário;

Preparar extrato etanólico das folhas, caule e cascas do caule de *L. tomentosa*;

Avaliar o teor de flavonoides totais dos extratos de *L. tomentosa*.

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa trata-se de um estudo descritivo experimental quantitativo, segundo a bibliografia este tipo de pesquisa contém algumas singularidades que norteiam um bom andamento e eficácia, pois:

[...] o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Essencialmente, o delineamento experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. (GIL, 2008, pág. 51).

O estudo experimental é importante para a determinação e comparação significativa com os estudos já realizados, os quais estão na literatura.

4.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4.2.1 Coleta da espécie vegetal

A espécie *L. tomentosa* utilizada no estudo foi coletada no dia 18 de fevereiro de 2019, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) Campus Parnaíba com as seguintes coordenadas geográficas (2° 56 '50.4 ``S 41° 43' 53.1 ``W). Após a obtenção do material vegetal, as amostras foram levadas para o laboratório de Química do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI (campus Parnaíba).

4.2.2 Preparação da exsicata

Para a produção da exsicata o material botânico da espécie coletado foi devidamente preparado, retirando o excesso de folhas, organizando também para que elas não ficassem dobradas, ao menos duas folhas dos ramos tiveram seu verso virado para cima, para que possam ser examinadas as características de pilosidade, presença ou ausência de glândulas, domáceas e etc. O material vegetal foi prensado em jornal, papelão e madeira e a secagem foi realizada a temperatura ambiente.

A exsicata produzida foi posteriormente encaminhada ao Herbário Delta do Parnaíba (HDELTA) da UFDPAr, onde foi realizado o registro e determinação inequívoca do gênero e espécie da planta coletada

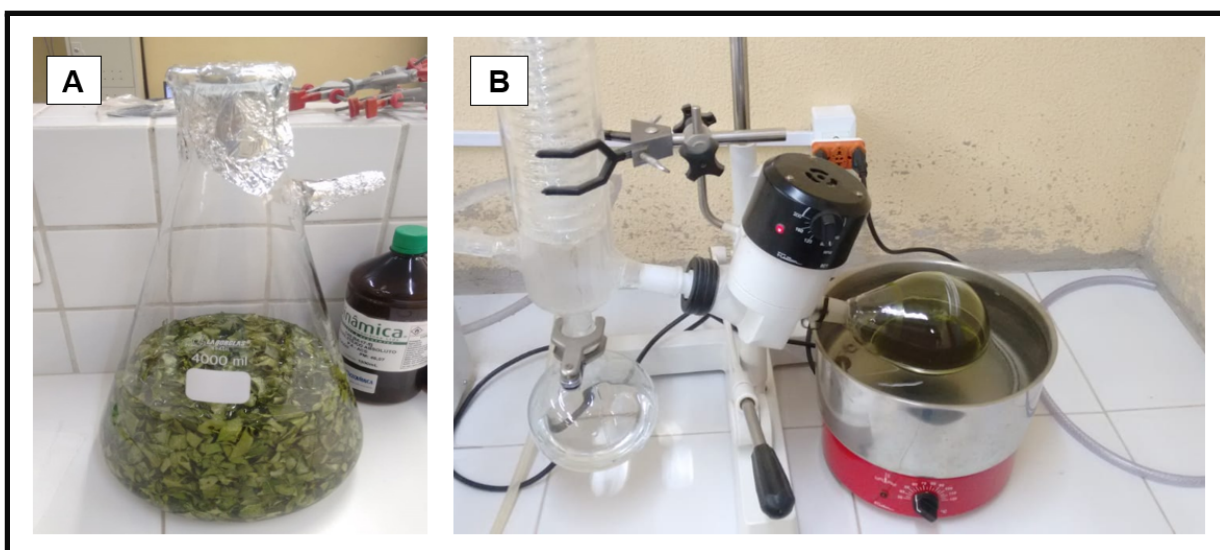
4.2.3 Reagentes e equipamentos

Os reagentes utilizados para análise foram etanol PA(dinâmica), cloreto de alumínio (êxodo), metanol PA(dinâmica), padrão de rutina, piridina (dinâmica). Os equipamentos utilizados foram liquidificador, estufa(solidsteel), evaporador rotativo (Fisatom 802), balança analítica (edutec), espectrofotômetro SP-22(biospectro).

4.2.4 Preparação dos extratos

As diferentes partes da espécie vegetal foram separadas, secas em estufa, a temperatura de 60°C até a massa constante. Após a secagem, as folhas (100,29g), caule (200,12g) e casca do caule (100,07g) foram trituradas e submetidas à extração exaustiva com etanol (FIGURA 9A) a temperatura ambiente. Após extração, o solvente orgânico foi removido em um evaporador rotativo – modelo 802- Fisatom (FIGURA 9B) sob pressão reduzida e a uma temperatura variando de 40° a 50°C para obtenção do extrato etanólico das folhas (EEF), extrato etanólico do caule (EEC) e extrato etanólico da casca do caule (EECC).

Figura 9 – Extração do EEF da *L. tomentosa* (9A) e solvente orgânico sendo removido em um evaporador rotativo (9B).



Fonte: Autoria própria, 2021.

O Rendimento do extrato etanólico das folhas, caule e casca do caule foram obtidos conforme a equação 01.

$$Re = (M_{\text{extrato}} / M_{\text{material seco}}) \times 100\% \quad \text{Eq.: 01}$$

Onde:

Re = rendimento total do extrato (%);

M_{extrato} = Massa do extrato (g);

$M_{\text{material seco}}$ = Massa das folhas, caule ou casca do caule (g).

4.3 AVALIAÇÃO DO TEOR DE FLAVONOIDES

4.3.1 Preparo das soluções

Para a curva de calibração foi preparada uma solução padrão de rutina a 1000mg/L^{-1} . Desse modo, dissolveu-se 0,1g de rutina em 100mL de MeOH/H₂O (7:3). As diluições para a construção da curva de calibração foram preparadas nas concentrações de 3-21 (3; 6,5; 10; 13,5; 17; 21) mg/L^{-1} . Para avaliar o teor de flavonoides da amostra, preparou-se uma solução de 100mL de piridina a 20%, e outra solução dissolvendo 2,5g de AlCl₃ em 50mL de MeOH.

4.3.2 Preparo das soluções para curva de calibração

A solução padrão de rutina foi preparada a 1000mg.L^{-1} , dissolvendo-se 0,1g de rutina em 100mL de MeOH/H₂O (7:3). Para construção da curva de calibração, foram preparadas soluções, de seis concentrações de 3-21 (3; 6,5; 10; 13,5; 17; 21). Uma alíquota de 300 μL de cada solução foi transferida cada uma para balões de 10mL, e foi adicionado em cada frasco o equivalente a 0,24mL de ácido acético, 4mL da solução metanólica de piridina 20% e 1mL do reagente de cloreto de alumínio (50mg/mL^{-1}), com isso aferiu-se o volume da solução para 10mL com água destilada. Transcorrido o tempo de 30 minutos, foi feita a análise utilizando o espectrofotômetro UV/Vis utilizando cubetas de vidro.

4.3.3 Determinação de flavonoides totais

Inicialmente, a solução mãe de cada extrato foi preparada, com 10mg do extrato etanólico dissolvido em 10mL de MeOH, obtendo-se a concentração de 1000µg/mL. Em seguida uma alíquota de 300µL de cada solução mãe dos extratos etanólicos foi transferida cada uma para balões de 10mL, e foi adicionado em cada frasco o equivalente a 0,24mL de ácido acético, 4mL da solução metanólica de piridina 20% e 1mL do reagente de cloreto de alumínio (50mg/mL⁻¹), com isso aferiu-se o volume da solução para 10mL com água destilada.

Após 30 minutos, foi feita a análise utilizando o espectrofotômetro UV/Vis utilizando cubetas de vidro. O teor de flavonóides totais (FLAT) foi determinado usando uma curva analítica de rutina na faixa de 3-21mg/L⁻¹ e os valores expressos em miligramas de equivalente de rutina por grama de extrato (mg de ER/g de amostra). As análises dos extratos obtidos do caule, da casca do caule e folhas do oiti (*Licania tomentosa*), foram realizadas em triplicata.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COLETA E PREPARAÇÃO DA EXSICATA

A identificação da espécie vegetal utilizada para pesquisas fitoquímicas, garante o emprego seguro da espécie vegetal, uma vez que o efeito terapêutico está relacionado com as características específicas de cada planta (BARBOSA et al, 2001).

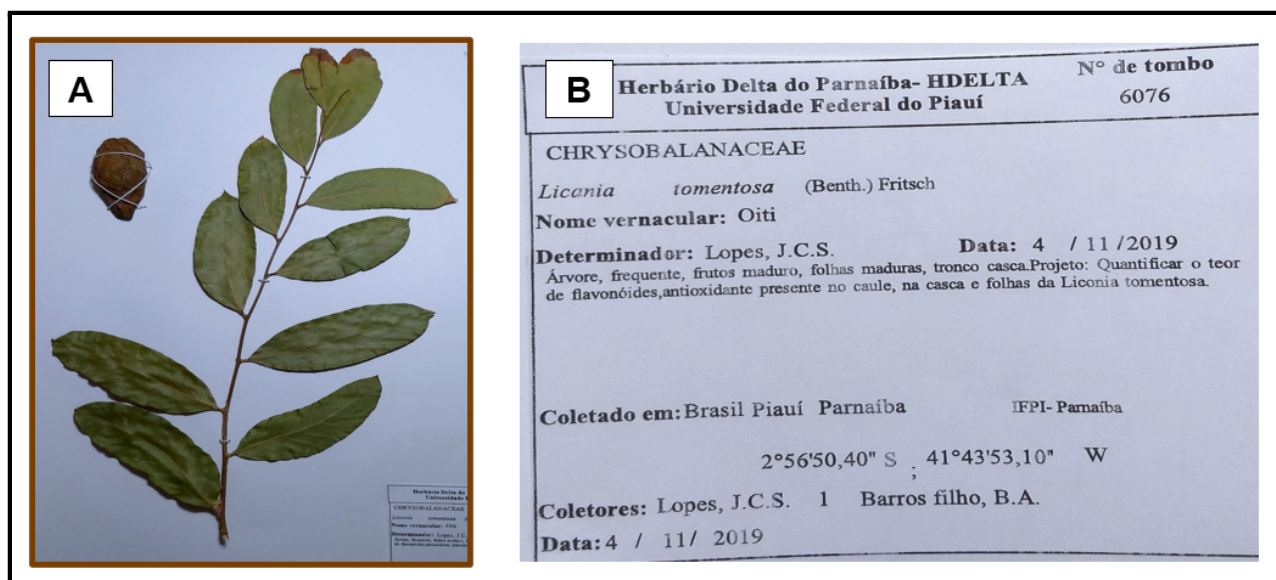
A espécie utilizada no estudo foi devidamente coletada na cidade de Parnaíba -PI ($2^{\circ} 56' 50.4''$ S $41^{\circ} 43' 53.1''$ W). Após a coleta a espécie foi levada para o laboratório, onde foi preparada uma exsicata, posteriormente a espécie foi identificada e registrada no acervo do Herbário Delta do Parnaíba (HDELTA) da Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr) – Campus Ministro Reis Velloso, sob o número de tombo científico HDELTA 6076 Na Figura 10 mostra a localização da coleta da planta, obtida por satélite e a Figura 11A e 11B exibirá a exsicata e tombo respectivamente da espécie vegetal.

Figura 10: Localização da espécie vegetal.



Fonte: Google Maps, (2019)

Figura 11 – Exsicata da espécie (11A) e tombo científico da exsicata (11B).



Fonte: Autoria própria, 2021.

5.2 OBTENÇÃO E RENDIMENTO DOS EXTRATOS

As folhas, caule e casca do caule da planta foram extraídas com etanol a temperatura ambiente, para obtenção do extrato etanólico das diferentes partes da espécie vegetal. Os extratos obtidos tiveram seus rendimentos calculados utilizando a Eq. 1 descrita anteriormente. Tais resultados podem ser verificados na Tabela 01.

Tabela 1– Rendimento dos extratos etanólico das folhas, caule e casca do caule.

	Extratos Etanólicos		
	Folhas (EEF)	Caule (EEC)	Casca do caule (EECC)
Massa inicial do vegetal (g)	100,29	200,12	100,07
Massa do extrato (g)	12,97	3,16	4,35
Rendimento (%)	12,93	1,28	4,35

Fonte: autoria própria (2021).

Os três extratos foram obtidos com rendimentos diferentes sendo o maior deles para o extrato etanólico das folhas (12,93 %), seguido do extrato da casca do caule (4,35%) e do caule (1,67%). Esta grande diferença na massa do extrato das

folhas para os demais já era esperado e se deve a grande quantidade de clorofila presente nas folhas que apresenta coloração verde intensa, característica que sugere para a presença deste pigmento que é facilmente extraído das folhas, em detrimento da quantidade de clorofila nos extratos da casca e do caule respectivamente.

O rendimento total dos extratos de cada espécie depende principalmente do método de extração utilizado, do tipo do solvente utilizado, do tempo e da temperatura de extração. Neste estudo, utilizou-se o etanol como solvente devido sua capacidade de extrair substâncias tanto com caráter polar quanto apolar e ainda, compostos de polaridade intermediária, além de ser um solvente biodegradável e não tóxico.

Os flavonóides são ácidos fracos e, como são compostos polares ou moderadamente polares, são solúveis em etanol, metanol, butanol e combinações de solventes com água. Segundo, Murga, Ruiz et al (2000), a polaridade do solvente desempenha um papel importante na extração seletiva de diferentes antioxidantes: a água e os solventes orgânicos tais como metanol, etanol, e acetona, bem como misturas aquosas dos mesmos são comumente utilizados. Entretanto, a toxicidade do metanol e da acetona tem levado ao interesse da indústria alimentícia pelo etanol e pela água como solvente extrator dessa classe de metabólito secundário.

5.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FLAVONOIDES

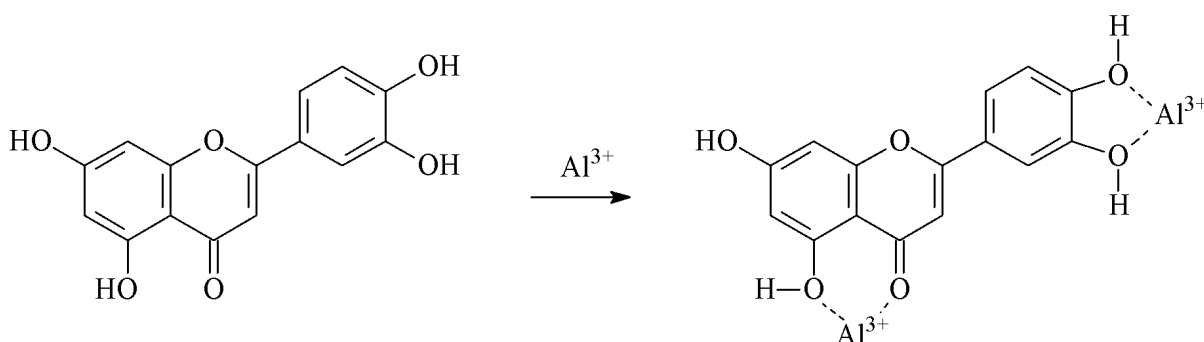
Os flavonóides são compostos polifenólicos encontrados nas plantas que consistem em dois anéis de carbono aromáticos conectados a uma ponte de três carbonos. (THILAKARATHNA; RUPASINGHE, 2013). Além disso, os flavonóides exercem nas plantas a proteção contra raios ultravioleta, proteção contra insetos, vírus e bactérias, atração de polinizadores, ação antioxidante, agentes alelopáticos e inibição de enzimas (ZUANAZZI; MONTANHA, 2004).

A análise do teor de flavonoides totais em extratos de vegetais pode ser realizada utilizando diferentes técnicas de análise, podendo citar a cromatografia líquida de alta eficiência e a cromatografia de camada delgada. No entanto, a espectrometria de absorção UV-Visível, utilizando-se uma curva de calibração

externa de um flavonoide conhecido, é umas das técnicas mais utilizada para determinação de flavonoides totais devido a sua simplicidade (POZZI, 2007).

A análise por espectrometria de absorção UV-Visível possibilita a determinação do teor de flavonoides totais sem a interferência de outras substâncias fenólicas, por um deslocamento batocrômico no espectro de UV-visível, quando adicionados reagentes como o AlCl_3 . O íon alumínio (Al^{3+}) em solução forma um complexo estável com moléculas de flavonóides da amostra (FIGURA 12), a formação do complexo flavonóide- Al^{3+} intensifica a coloração amarela e tem intensidade proporcional à concentração dos flavonóides. (HORST, 2008; POZZI, 2007)

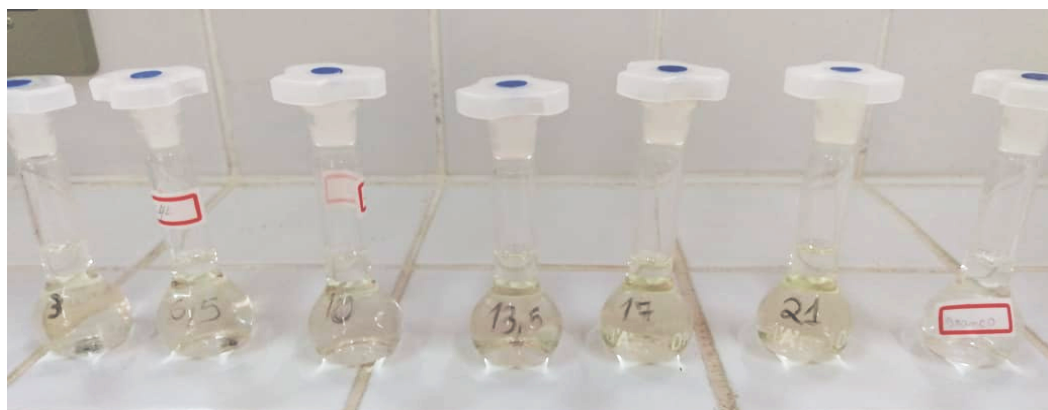
Figura 12 – Complexação de íons Al^{3+} com flavonóides para a formação do complexo flavonóide-Al.



Fonte: Adaptado de Pozzi, (2007).

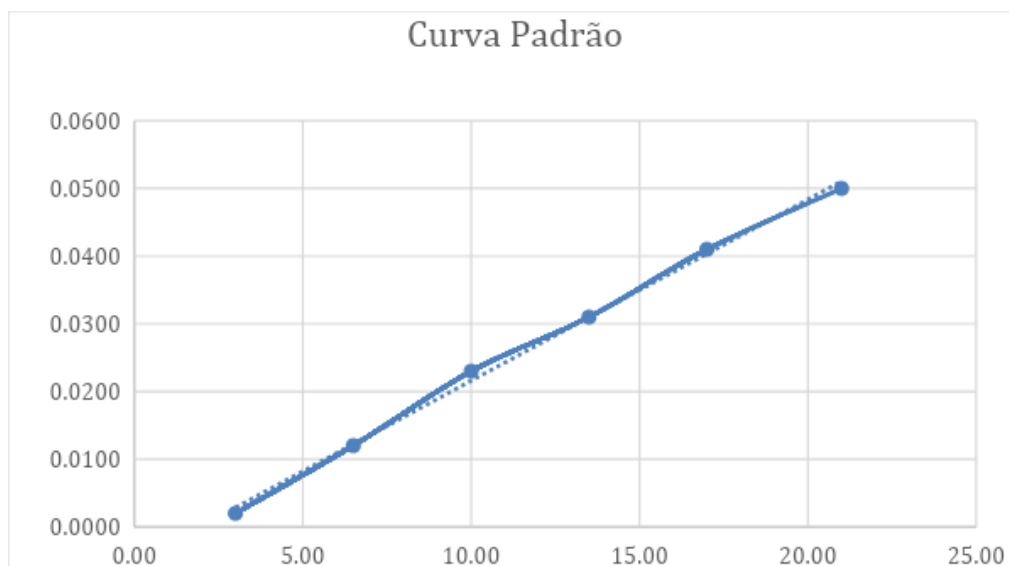
A curva padrão de calibração para a determinação da concentração de flavonoides totais, presentes nos extratos etanólicos de *L. tomentosa* foi feita com soluções de rutina (FIGURA 13) com concentração entre 3- 21 mg/L^{-1} (3; 6,5; 10; 13,5; 17; 21 mg/L^{-1}), apresentando as absorbâncias obtidas no Gráfico 1.

Figura 13: Soluções de rutina com variações de concentrações entre 3- 21 mg/L^{-1}



Fonte: autoria própria (2019).

Gráfico 1: Curva padrão de rutina utilizada para o FLAT.



Fonte: Autoria própria, 2021.

A curva de calibração para determinação de flavonoides obteve a equação da reta expressa por $y = 0,002677 x - 0,005185$, em que y é a absorbância e x, a concentração de rutina em $\mu\text{g/mL}$, o coeficiente de correlação linear (R^2) da equação obtida a partir da curva apresentou um valor $R^2 = 0,997329$, garantindo a linearidade, é possível observar pelo gráfico que a medida que a concentração do padrão de rutina aumenta, também há um aumento na absorbância, indicando que são grandezas proporcionais, e mantendo-se a linearidade. Soluções dos extratos foram preparadas para aquisição das absorbâncias que foram substituídas na

equação da reta do padrão, determinando os teores de flavonoides totais nos extratos etanólicos da folha, caule e casca do caule, da *L. tomentosa*.

A Tabela 2, apresenta os teores encontrados de flavonoides totais dos três extratos etanólicos do oiti, provenientes da folha, casca, e casca do caule.

Tabela 2: Resultados do teor de flavonoides totais.

Extrato	FLAT ($\mu\text{gER/mg}$)
EEF	228,81 $\pm$ 14,26
EEC	339,92 $\pm$ 31,07
EECC	282,30 $\pm$ 18,86

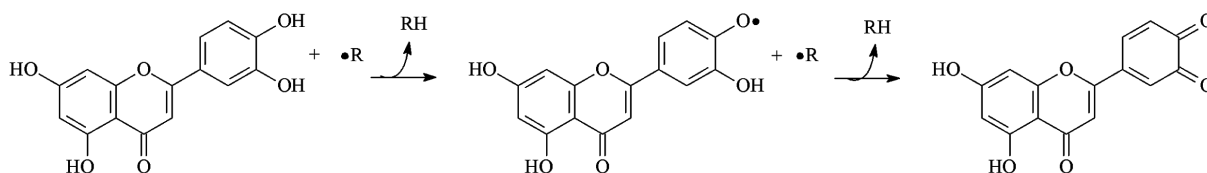
Fonte: autoria própria (2021).

O EEC, apresentou maior teor de flavonoides totais, seguido do EECC e com menor teor o EEF, mostrando que o caule, mesmo apresentando a menor quantidade de metabólitos secundários (menor teor do extrato) apresenta um elevado teor de flavonoides, estes resultados indicam ainda uma possível atividade antioxidante para os três extratos, uma vez que, os flavonóides são conhecidos por apresentarem dentre outras atividades farmacológicas, a capacidade de inibição de radicais livres, podendo ser antioxidantes mais efetivos que o ácido ascórbico (ALVES et al., 2007). MACÊDO (2011), em sua pesquisa sobre FLAT do gênero *Licania* comparado com estas análise obteve resultados inferiores usando o mesmo solvente orgânico (*L. rigida*: 96,71 $\pm$ 1,32; *L. tomentosa*: 38,97 $\pm$ 0,52). No entanto, ao usar o solvente hidroetanólico seu resultado foi inferior aos encontrados nesta pesquisa e em seus próprios estudos utilizando o etanol (*L. rigida*: 11,52 $\pm$ 0,34 ; *L. tomentosa*: 21,54 $\pm$ 0,24). Os resultados indicam que o etanol foi o solvente mais eficiente na extração dos flavonóides, para as plantas em estudo.

A atividade antioxidante dos flavonóides pode ser explicada pela reação dos grupos hidroxilas de alta reatividade com os radicais livres, resultando em um radical mais estável e menos reativo. A inibição dos radicais pelos flavonoides hidroxilados nas posições 3' e 4' pode ocorrer por meio da reação de uma das hidroxilas do anel B com o radical livre, para formar o íon radical mais estável, que reage em seguida para formação de quinonas estáveis, em velocidade maior do que a reação de

combinação entre dois radicais. (NIJVELDT et al, 2001; ROCHA & SILVA, 2019) (FIGURA 14).

Figura 14 – Inibição de radicais livres pelos flavonóides hidroxilados nas posições 3' e 4'.



Fonte: Autoria própria, com adaptações de Rocha e Souza, (2019)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espécie *Licania tomentosa* foi devidamente coletada, sendo produzida a exsicata para a identificação inequívoca da espécie. A exsicata encontra-se depositada no Herbário Delta do Parnaíba da Universidade Federal do Piauí, Campus Ministro Reis Velloso, sob o número de tombo científico HDELTA 6076. O extrato etanólico das folhas (12,93%), caule (4,35%) e casca do caule (1,58%) foram obtidos em bons rendimentos percentuais, sendo o maior rendimento obtido para o extrato etanólico das folhas. A avaliação do teor de flavonoides totais (FLAT) foi realizada por absorção por espectrofotometria de UV-Visível, utilizando-se uma curva de calibração externa ($y = 0,0027x - 0,0052$, $R^2 = 0,9973$) e os resultados mostraram que o extrato etanólico do caule apresentou maior teor de flavonóides totais (339,92 $\mu\text{gER/mg}$) seguido do extrato etanólico das cascas do caule (282,30 $\mu\text{gER/mg}$), o extrato etanólico das folhas apresentou o menor teor (228,80 $\mu\text{gER/mg}$).

7 PERSPECTIVAS FUTURAS

Durante o levantamento literário encontrou-se poucos resultados com relação às partes da planta estudadas, como: caule e casca do caule, então para o futuro pretende-se realizar o isolamento de metabólitos secundários das partes anteriormente citadas. Assim como a realização da atividade antioxidante e citotóxica dos extratos (EEF), (EEC) e (EECC) da espécie *L. tomentosa*.

REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. **Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil**. Ver. Bras. Farmacogn., v. 17, p. 114-140, 2007.
- ALBUQUERQUE UP, MONTEIRO JM, Ramos MA, Amorim ELC. **Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil**. J Ethnopharmacol 110: 76-91, 2007.
- ALBUQUERQUE, U. P., HANAZAKI, N. **Five problems in current ethnobotanical research and some suggestions for strengthening them**. Human Ecology, v. 37, p.653-661, 2009.
- ALBUQUERQUE, U. P., LUCENA, R. F. P., ALENCAR, N. L. Métodos e técnicas para coleta de dados etnobiológicos. In: ALBUQUERQUE, U.P.; LUCENA R.F.P. CUNHA, L. V. F. C. (eds.). Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica. Núcleo publicações em ecologia e etnobotânica aplicada (Nupeea), Recife, Brasil, pag. 39-64, 2010.
- ALBUQUERQUE, U. P., OLIVEIRA, R. F. **Is the use-impact on native caatinga species in Brazil reduced by the high species richness of medicinal plants?** Journal of Ethnopharmacology. v.113, p.156-170, 2007.
- ALVES, C. Q.; BRANDÃO, H. N.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; LIMA, L. S. **Avaliação da atividade antioxidante de flavonoides**. Dialogos & Ciencia. n. 12, 2007.
- ANDRADE, E. H.A.;ZOGHBI, M.G.B.; MAIA, J.G.S. **Constituintes voláteis dos frutos de Licania tomentosa Benth**, acta amazonica, v.28(1), p. 55-58,1998
- AMZA, T.; AMADOU, I.; ZHU, K.; ZHOU, H. **Effect of extraction and isolation on physicochemical and functional properties of an underutilized seed protein: Gingerbread plum (Neocarya macrophylla)**. Food Research International. v. 44, p. 2843–2850, 2011.
- AGUIAR, T.M.; SABAA-SRUR, A.U.O.; SAMICO, G.F. **Potencial nutritivo e características físicas e químicas do abajeru**. Pesquisa Agropecuária Tropical. v. 41, n. 1, p.102-109, 2011.
- ARAÚJO, J. M. (2008),**Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 4. Ed. Viçosa: Editora UFV, 477p.
- BARBOSA, W.L.R.; GUIGNARD, E.; TAVARES, I. C. C.; PINTO, L. N.; OLIVEIRA, L. Q.; OLIVEIRA, R. M. Manual para a Análise Fitoquímica e Cromatográfica de Extratos Vegetais. **Revista Científica da UFPA**, Belém-PA, 2001.
- BERG, J. M. T.; LUBERT, J., Bioquímica. 6.Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 545p, 2008.
- BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. Rodriguésia 66: 1085-1113. 2015.

BIRT, D. F.; HENDRICH, S.; WANG, W. **Dietary agents in cancer prevention: flavonóides and isoflavonoids. Pharmacology. Therapeutics.**, v. 90, p. 157-177, 2001

BRACA, A, et al., **Antimicrobial triterpenoids from heteromorpha**. *Planta Medica*. V. 66, n.8, p. 768-769, 2000.

BRACA, A, et al., **Myricetin glycoside from Licania desinflora**. *Fitoterapia*, V. 72, p. 182-182, 2001.

BRACA.; LUNA, O; MENDEZ, J. **Flavonoids from icania pelada and Licania flora (Chrysobalanaceae)**. *Biochemical Systematics and Ecology*, V. 30, p, 271-273, 2002.

CARVALHO, M. G. et al. Chromones from *Licania arianae* (Chrysobalanaceae). **Natural Product Research**, V. 19, n. 1, p.7-12, 2005.

Carvalho, M.G.; Costa, P.M. 2009. Outros constituintes isolados de *Licania arianae* (Chrysobalanaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia** 19(1B): 290-293.

CARMINATE, B. **Atividade de extratos etanólicos sobre o controle “in vitro” de Colletotrichum musae**. Dissertação (Mestrado). 2015. 44p. Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus.

CARVALHO, M. G.; COSTA, P. M. Other constituents isolated from *Licania arianae* (Chrysobalanaceae) **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.19, p. 290-293, 2009.

CASTILHO, R.O.; KAPLAN, M.A.C. Constituintes químicos de *Licania tomentosa* Benth. (Chrysobalanaceae), **Química Nova**, v.31, n.1, p. 66-69, 2008.

CASTILHO, R.O.; KAPLAN, M.A.C. **Volatile Components of Oiti Fruit (Licania tomentosa Benth.)**. *Records of Natural Products*, 4(4), 238-241, 2010.

CASTILHO, R.O. OLIVEIRA, R. R.; KAPLAN, M.A.C. **Liconolide, a new triterpene lactone from Licania tomentosa**. *Fitoterapia*; V,76, p. 562-566.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. (2008), **Bioquímica Ilustrada**. 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 533p.

CHRISTENHUSZ MJM, FAY MF & CHASE MW (2017) **Plants of the World: an illustrated encyclopedia of vascular plants**. Kew Publishing/University of Chicago Press, Chicago. 792p.

Chrysobalanaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB85>>. Acesso em: 20 dez. 2020

COSTA, D. C.; COSTA, H. S.; ALBUQUERQUE, T. G.; RAMOS, F., CASTILHO, M. C.; SANCHES-SILVA, A. **Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications**. *Trends in Food Science & Technology*. v. 45, p. 336-354, 2015.

COUTINHO, Marcela A. S.; MUZITANO, Michele F.; COSTA, Sônia S. Flavonóides: Potenciais agentes terapêuticos para o processo inflamatório, **Revista Virtual de Química**, v. 1, no 3, 2009, p. 241-256.

DELORENZI, J.C.; COSTA, D.A.; CASTILHO R.O.; KAPLAN, M.A.C.; GATTASS, C.R. Activity of oleanolic acid against *Leishmania major* L. in vitro. **Revista do Instituto de Medicina Tropical** de São Paulo, 45 (13), 109, 2003.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. **Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos**. Visão Acadêmica. Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DEWICK, P. M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. Wiley. 3º ed. 2008.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. Pesquisa e desenvolvimento do maracujá no Brasil. In: SILVA, A. G.; ALBUQUERQUE, A. C. S.; MANZANO, N. T.; SILVA, R. C.; RUSSELL, N. C. (Ed.). *Agricultura Tropical: Quatro Décadas de Inovações Tecnológicas, Institucionais e Políticas*. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2008. p. 411-416.

FEITOSA, EVANILSON ALVES, Caracterização botânica, prospecção fitoquímica e atividades biológicas preliminares de *Hirtella racemosa* Lam. Recife, 2012.

FERNANDES, J.; CASTILHO, R.O.; COSTA, M.R.; WAGNER-SOUZA, K.; KAPLAN M.A.C.; GATTASS, C.R. **Pentacyclic triterpenes from *Chrysobalanaceae* species: cytotoxicity on multidrug resistant and sensitive leukemia cell lines**. Cancer letters, 190(2), 165-169, 2003.

FERREIRA, F.A., GASPAROTTO, L. & LIMA, M.I.P.M. **Uma ferrugem (*Phakopsora tomentosae* sp. nov.) no oiti, em Manaus**. Fitopatologia Brasileira 26:206-208, 2001. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-41582001000200016>>. Acesso em: 22 de jun. 2019.

FILHO, D. W.; SILVA, E. L.; BOVERIS, A. (2001), **Flavonóides antioxidantes de plantas medicinais e alimentos: importância e perspectivas terapêuticas**. In: Yunes, R. A. e Calixto, J. B. *Plantas Medicinais: sob a ótica da química medicinal moderna*. Chapecó: Agros, 317-334.

FUMAGALI, E.; GONÇALVES, R.A.C.; MACHADO, M.F.P.S.; VIDOTI, G.J.; OLIVEIRA, A.J.B. (2008). Produção de Metabólitos Secundários em Cultura de Células e Tecidos de Plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. *Revista Brasileira de Farmacognosia* (18), 4, 627–641.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, M. L. et al. Usos medicinais e composição química das folhas de *Licania macrophylla* Benth. (*Chrysobalanaceae*). **Revista Brasileira de Farmácia**. v. 87, p. 26-29, 2006.

HARBORNE, B. J.; WILLIAMS, A. C. Advances in flavonoids research since 1992. *Phytochemistry*. v. 55, p. 481-504, 2000.

HORST, H. **Análise química e biológica dos constituintes fenólicos de *Croton celtidifolius* baill.** Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, 2008, p. 79.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. **A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables**. Food Chemistry, [S. l.], v. 126, p. 1821-1835, 2011.

KARABEGOVIĆ, I.T. et al. **The effect of different extraction techniques on the composition and antioxidant activity of cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) leaf and fruit extracts**. Industrial Crops and Products, v.54, p.142- 148, 2014.

KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2004. 470p.

KLIEBENSTEIN, Daniel J. **Making new molecules—evolution of structures for novel metabolites in plants**. Current opinion in plant biology. Vol. 16. n.º 1 (2013). pp. 112-117. 1369-5266

LEITE, J. P. V. (2008), Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas. 1.Ed. São Paulo: Atheneu, 344p.

LIMA, VICTOR HUGO MOREIRA DE. Caracterização fitoquímica e avaliação da atividade biológica de *Hirtella racemosa* var. *Hexandra* (Willd. Ex Schult.). Prance (Chrysobalanaceae). / Victor Hugo Moreira de Lima - Recife: O Autor, 2015.

LIU, R.; HU, Y.; LI, J.; LIN, Z. (2007), Production of soybean isoflavone genistein in non-legume plants via genetically modified secondary metabolism pathway. *Metabolic Engineering*, 9, 1-7.

LORENZI, H. Árvores brasileiras - Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Ed. **Plantarum, Nova Odessa**, SP, 1992.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2008. 384 p.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). São Paulo: **Instituto Plantarum**, 2006. 123 p

MACEDO, JOSÉ BENILSON MARTINS. Capacidade antioxidante in vitro e avaliação da toxicidade aguda in vivo de extratos de folhas de *Licania rígida* Benth., *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch e *Couepia* impressa Prance (Chrysobalanaceae). 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Bioanálises e Medicamentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

MARCHAND, L. L. Cancer preventive effects of flavonóides – a review. *Biomed Pharmacother.* v. 56, p. 296-301, 2002.

MARCUCCI, M.C; WOISKY, R.G; SALATINO, A; Uso de cloreto de Alumínio na quantificação de flavonóides em amostras de própolis. Faculdade de Farmácia da Universidade de São Paulo. Revista Mensagem Doce, no 46, maio, 2008.

MARZZOCO, A. E TORRES, B. B. (2007), Bioquímica Básica. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 736p. / Berg, J. M. T. e Lubert, J. (2008), Bioquímica. 6.Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 545p.

MIRANDA, M.M.; GONÇALVES, J.L.; ROMANOS, M.T.; SILVA, F.P.; PINTO, L.; SILVA, M.H.; EJZEMBERG, R.; GRANJA, L.F.; WIGG, M.D. **Anti-herpes simplex virus effect of a seed extract from the tropical plant *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (Chrysobalanaceae).** *Phytomedicine*, 9(7), 641-645, 2002.

MONTEIRO, K.L.; OLIVEIRA, C.; SILVA, B.M.S.; MORO, F. V.; CARVALHO, D.A. **Caracterização morfológica de frutos, de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, n.1, p.90-97, 2012

MURGA, R., RUIZ, R., BELTRÁN, S., & CABEZAS, J. L. (2000). Extraction of natural complex phenols and tannins from grape seeds by using supercritical mixtures of carbon dioxide and alcohol. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, 48(8), 3408-3412.

NACZK, M.; SHAHIDI, F.; *J. Chromatogr.*, A 2004, 1054, 95

NIJVELDT, R.J., NOOD, E.V., HOORN, D.E. C.V., BOELEN, P.G, NORREN, K.V, LEEVW, P.A.M.V. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential application. ***American Journal Clinical Nutrition***. v. 74, p. 418-425, 2001.

OLIVEIRA, G.P.; SANTOS FILHO, W.L.G.; LIMA, J.L.S.; SOUSA, F.B.; SOUZA, S.L.C.; SANTANA, A.L.; LIMA, J.M.P.; RODRIGUES, M.R.A. Avaliação das características biométricas e físico-químicas dos frutos de oiti (*Licania tomentosa*) nativo do bioma cerrado. In: 56º Congresso Brasileiro de Química. Belém, PA, 2016.

PERES, ANA REGINA MAUÉS NORONHA. Caracterização farmacognóstica e avaliação antifúngica de *Chrysobalanus icaco* (Lin) frente a espécies de *Candida* / Ana Regina Maués Noronha Peres; orientadora, Marcieni Ataíde de Andrade; co-orientadora, Marta Chagas Monteiro — 2012.

PESSOA, IGOR PARRA. Caracterização química, atividade antioxidante e segurança de uso de sementes de *licania rígida* benth. Fortaleza, 2015.

PEIXOTO SOBRINHO, T.J.S.; GOMES, T.L.B.; CARDOSO, K.C.M.; AMORIM, E.L.C. **Otimização de Metodologia Analítica para o Doseamento de Flavonoides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel.** *Química Nova*, v.33, n.2 , p.288-291, 2010.

PIAZZON, A.; VRHOVSEK, U.; MASUERO, D.; MATTIVI, F.; MANDOJ, F.; NARDINI, M. Antioxidant activity of phenolic acids and their metabolites: synthesis and antioxidant properties of the sulfate derivatives of ferulic and caffeic acids and of the acyl glucuronide of ferulic acid. ***Journal of Agricultural and Food Chemistry***, v. 60, p. 12312–12323, 2012.

POZZI, A. C. S. **Desenvolvimento de métodos de análise espectrofotométrica de flavonoides do “maracujá”.** Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo – São Carlos, SP. 2007, p. 73.

Prance, G.T. 2003. Chrysobalanaceae. In: M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, A.M. Giulietti & T.S. Melhem (eds), *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. Vol. 3. Instituto de Botânica, São Paulo, p. 33–44.

Prance GT (2014) **Chrysobalanaceae**. In: Kubitzki K (ed.) **The families and genera of vascular plants: flowering plants. Eudicots Malpighiales**. Vol. 11. Springer-Verlag, New York. 331p. DOI: 10.1007/978-3-642-39417-1.

QUEIROZ, G. S. **Análise de esteroides em extratos vegetais e estudo fitoquímico e biológico preliminar de *Brunfelsia uniflora***. Relatório (Estágio Supervisionado II). Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis. 2009, p. 45.

RICARDO, LUISIANE GONDIM PEREIRA DE SOUZA. Estudos etnobotânicos e prospecção fitoquímica das plantas medicinais utilizadas na comunidade do Horto, Juazeiro do Norte (CE)./Luisiane GondimPereira de Souza Ricardo – Patos-PB: CSTR UFCG, 2011.

ROCHA, F. R. P.; TEIXEIRA, L. S. G.; Quim. Nova 2004, 27, 807

ROCHA, J. S.; SOUZA, R. F. V. **Síntese, caracterização e estudo das propriedades antioxidantes de complexos contendo quercetina e íons cobre**. Revista Brasileira de Iniciação Científica, Itapetininga, v. 6, n. 3, 2019, p. 143-156.

SAXENA, M., SAXENA, J., PRADHAN, A. Flavonoids and phenolic acids as antioxidants in plants and human health. **International Journal Pharmaceutical Science**. v. 16, n. 28, p. 130-134, 2012.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P.R. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 6 ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFSC, 2007. 1102p. Simões, S.M., Blankenship, J. T., Weitz, O., Farrell, D. L., Tamada, M., Fernandez-Gonzalez, R., J. A. (2010).

SILVA, J.B.N.F., MENEZES, I.R.A.; COUTINHO, H.D.M.; RODRIGUES, F.F.G.; COSTA, J.G.M.; FELIPE, C.F.B. Antibacterial and antioxidant activities of *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (Crhysobalanaceae). **Archives of Biological Sciences**, 64(2), 459-464, 2012.

SILVA, M. D. A.; SANTOS, C. M.; SANTOS, V. H.; RHEIN, A. F. A. Pigmentos fotossintéticos e índice SPAD como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, n. 30, v. 1, p. 173-181, 2013.

SILVA, C. M. A. **Metabólitos secundários de plantas do Semi-árido de pernambuco – uma inovação no controle de fitopatógenos**. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Fisiologia), Universidade Federal de Pernambuco – Recife, 2014, p. 109.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK. P.R.(Orgs). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 6.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS: Florianópolis: Editora da UFSC, 2010. 1104p.

SOTHERS, C.A.; PRANCE, G.T.; BUERKI, S.; KOK, R. & CHASE, M.W. 2014. Taxonomic novelties in neotropical Chrysobalanaceae: towards a monophyletic Couepia. *Phytotaxa* 172(2): 176–200.

SOTHERS CA, PRANCE GT & CHASE MW (2016) Towards a monophyletic Licania: a new generic classification of the polyphyletic Neotropical genus Licania (Chrysobalanaceae). Kew Bulletin 71: 58.

SOUSA, F.C.; SOUSA, E.; SILVA, L.M.; MARTINS, J.J.; GOMES, P.J; ROCHA, A.P. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem de polpa de oiti. **Revista Educação Agrícola Superior**, 26(2), 108-112, 2011.

SOUZA, MAYANE PEREIRA DE. Caracterização química e avaliação do potencial antioxidante dos frutos mari-mari (Cassia leiandra), pajurá (Couepia bracteosa) e pitomba (Talisia esculenta) 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

THILAKARATHNA, S.H; RUPASINGHE, H. P. V. Flavonoid bioavailability and attempts for bioavailability enhancement. **Nutrients**, v. 5, p. 3367-3387, 2013.

Teixeira, Luciane de Lira. Análises bromatológicas e fitoquímicas de frutos de licania tomentosa triste Natal, RN, 2012.

ZUANAZZI, J. A. S.; MONTANHA, J. A. Flavonóides. In: SIMÕES, C. M. O. et al. (Org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5. ed. rev. ampl. Florianópolis: Ed. da UFSC; Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2004. p. 577-614.