



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

MARIA ANGÉLICA MELO RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA *Cariniana*
rubra Gardner ex Miers**

Palmas – TO

2022

MARIA ANGÉLICA MELO RODRIGUES

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA *Cariniana rubra* Gardner ex Miers

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas para obtenção do título de Graduação em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Elisandra Scapin.

Palmas – TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

R696c Rodrigues, Maria Angélica.

Caracterização Química e Atividade Antioxidante da Cariniana rubra Gardner ex Miers. / Maria Angélica Rodrigues. – Palmas, TO, 2022.

44 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2022.

Orientadora : Elisandra Scapin

1. Caracterização química. 2. Metabólitos Secundários. 3. Atividade Antioxidante. 4. Jequitibá. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARIA ANGÉLICA MELO RODRIGUES

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA *Cariniana*
rubra Gardner ex Miers**

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas para obtenção do título de Graduação em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Elisandra Scapin.

Data de Aprovação: 28/06/2022

Banca examinadora:



Profa. Dra. Elisandra Scapin

Orientadora – UFT

Prof. Dr. Renato Torres Pinheiro

Examinador – UFT



Documento assinado digitalmente

EMERSON ADRIANO GUARDA

Data: 11/07/2022 09:04:48-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Emerson Adriano Guarda

Examinador – UFT

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer à Deus por ter chegado até aqui, com vários ensinamentos, livramentos e conquistas!

Ao amor da minha vida, minha mãe, dona Neuza, que nunca mediu esforços para que eu pudesse estar aqui, sempre me dando colo nos piores momentos e vibrando com minhas vitórias, tudo é por ela!

Ao meu pai, Tertuliano, e a minha avó, Ana Angélica, minhas maiores saudades, que tanto sonharam com esse momento e estão assistindo essa conquista de camarote lá no céu!

Aos meus amigos, em especial ao Paulo Santana, Giovanna Santos, Ícaro Laudes, Lucas Nogueira, Kelly Lima, Gabriella Telles e Isabela Macedo que sempre estiveram comigo e deram suporte em todos os momentos dessa trajetória, eterna gratidão por tudo, amo vocês!

Também não poderia deixar de citar as minhas mães de coração, Rogéria Santana, Rafaela Barros, Jane Telles, Giovanda Carvalho e Dalti Ferreira para agradecer por todo o carinho que sempre tiveram comigo.

Os anjos que o conheci durante a graduação, Ana Karla, Bianca, Luana, Talisson, Lorena, Illys, Marliana e Domingos que se uniram a mim no momento em que mais precisei e desde então nunca soltaram a minha mão, sem eles muita coisa incrível não teria acontecido, gratidão por tudo!

Ao LABQUIM, em especial minha orientadora Elisandra Scapin por ter me dado a oportunidade de fazer parte da equipe, por sempre me entender e me auxiliar dentro e fora do laboratório, a Rachel Nunes por ter me ensinado tanta coisa com todo o carinho e paciência do mundo, e ao Fernando Cardoso, Rayele Moraes, Rafaela Neres, Daniela Sarri, Marco Aurélio e Ana Clara que sempre estiveram dispostos a me ensinar, amparar, fazendo com que o trabalho pudesse ser mais divertido.

Aos professores que mais marcaram minha trajetória acadêmica, Ivanete Soares, Eliane Soares, Karine Beraldo, Lucas Mendes, Luís Flexa, Marina Gontijo, Vanessa Bezerra, Thiago Portelinha, Joelson Delfino, Waldesse Piragé, Gustavo Paschoal, Paula Benevides, Amanda Emilene, Diana Lopes, Antônio R. Bôssó e Heloisa Mairesse, sempre serei fã e eternamente grata pelos ensinamentos e correções, vocês contribuíram com minha formação profissional e pessoal de várias maneiras, me inspirando a ser alguém melhor!

E ao pessoal do Canguçu, em especial ao Roberto, sua esposa Sulene e ao professor Renato Torres, por sempre nos receber de portas abertas!

RESUMO

A Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Canguçu protege parcialmente as áreas de tensão ecológica do centro-oeste do Tocantins. Dentre as espécies catalogadas no local está a *Cariniana rubra* Gardner ex Miers, popularmente chamada como jequitibá ou cachimbeira, usada na medicina tradicional como anti-inflamatório. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização química e avaliar a atividade antioxidante do extrato da entrecasca da *C. rubra*. O extrato foi obtido pelo método extrativo à quente utilizando aparato Soxhlet, com solvente hidroetanólico (80%), para obter o extrato bruto (SEBC). Para a caracterização química foi realizada uma análise fitoquímica, bem como a caracterização por cromatografia líquida com detecção por arranjo de diodos (LC-DAD) e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS). Quantificou-se o teor de fenólicos, flavonoides e taninos totais, analisando também o seu potencial antioxidante através da capacidade de eliminação de radicais livres pelo método DPPH. Durante a prospecção fitoquímica, houve reação indicativa de presença de flavonoides, taninos, fitoesteróis/triterpenóides e saponinas, e ausência para quinonas e alcaloides. Na análise por LC-DAD, foram identificados e quantificados dois ácidos fenólicos (cafeico e ferúlico) e dois flavonoides (rutina e quercetina). Na análise por GC, foram detectados três esteroides (campesterol, estigmasterol e β -sitosterol) e cinco triterpenoides (β -amirina, acetato de β -amirina, lupeol, acetato de lupeol e taraxasterol). O teor de flavonoides totais obteve maior destaque ($71,07 \pm 0,30$ mg ER/g), seguido do teor de fenólicos totais ($61,86 \pm 0,29$ mg EAG/g) e taninos ($59,94 \pm 1,44$ mg EAG/g). A atividade antioxidante detectada ($25,43 \pm 0,34$ μ g/ml) é equivalente à atividade antioxidante do padrão rutina ($24,53 \pm 0,47$ μ g/ml). A espécie em questão indica potencial farmacológico, entretanto ainda é pouco conhecida na literatura, isso faz com que os resultados obtidos neste trabalho sejam importantes para o conhecimento acerca da importância do estudo e conservação da planta.

Palavras-chave: Canguçu; Fitoquímica; Compostos Bioativos; Jequitibá.

ABSTRACT

The Private Reserve of Natural Heritage - RPPN Canguçu protects areas of ecological tension in the center-west of Tocantins. Among the species cataloged at the site is the *Cariniana rubra* Gardner ex Miers, popularly called jequitibá or cachimbeira, used in traditional medicine as an anti-inflammatory. The objective of this work was to carry out the chemical characterization and to evaluate the antioxidant activity of the bark extract of *C. rubra*. The extract was obtained by the hot extractive method using Soxhlet apparatus, with hydroethanolic solvent (80%), to obtain the crude extract (SEBC). For chemical characterization, a phytochemical analysis was performed, as well as characterization by liquid chromatography with diode array detection (LC-DAD) and gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). The content of phenolics, flavonoids and total tannins was quantified, also analyzing their antioxidant potential through the ability to scavenge free radicals by the DPPH method. During phytochemical prospection, there was a reaction indicative of the presence of flavonoids, tannins, phytosterols/triterpenoids and saponins, and absence of quinones and alkaloids. In the LC-DAD analysis, two phenolic acids (caffeic and ferulic) and two flavonoids (rutin and quercetin) were identified and quantified. In the GC analysis, three steroids (campesterol, stigmasterol and β -sitosterol) and five triterpenoids (β -amyrin, β -amyrin acetate, lupeol, lupeol acetate and taraxasterol) were detected. The content of total flavonoids was more prominent (71.07 ± 0.30 mg ER/g), followed by the content of total phenolics (61.86 ± 0.29 mg EAG/g) and tannins ($59.94 \pm 1, 44$ mg EAG/g). The antioxidant activity detected (25.43 ± 0.34 μ g/ml) is equivalent to the antioxidant activity of the rutin standard (24.53 ± 0.47 μ g/ml). The species in question indicates pharmacological potential, however it is still little known in the literature, which makes the results obtained in this work important for the knowledge about the importance of the study and conservation of the plant.

Keywords: Canguçu; Phytochemistry; Bioactive compounds; Jequitibá.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do Centro de Pesquisa Canguçu.

Figura 2 – *Cariniana rubra* Gardner ex Miers.

Figura 3 – Obtenção do extrato bruto da entrecasca da *C. Rubra.*, onde A: extração, B: rotaevaporação, C: liofilização.

Figura 4 – Testes indicativos de presença de grupos de metabólitos secundários no extrato bruto obtido via Soxhlet da entrecasca da *C. rubra.*

Figura 5 – Perfil cromatográfico obtido por análise de LC-DAD (Cromatografia Líquida com Detecção por Arranjo de Diodos) para o extrato da entrecasca da espécie *C. rubra.* Pico 1: Ácido cafeico (TR: 6.61); Pico 2: Ácido ferúlico (TR: 8.93); Pico 3: Rutina (TR: 21.88); Pico 4: Quercetina (TR: 24.51).

Figura 6 – Perfil cromatográfico obtido por análise de GC-MS (cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas) para o extrato da entrecasca da espécie *C. rubra.* Pico 1: Campesterol (TR: 16.46); Pico 2: Estigmasterol (TR: 17.02); Pico 3: β -sitosterol (TR: 17.72); Pico 4: β -amirina (TR: 17.89); Pico 5: Taraxasterol (TR: 18.01); Pico 6: Lupeol (TR: 18.89); Pico 7: Acetato de β -amirina (TR: 19.67); Pico 8: Acetato de Lupeol (TR: 20.74).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados das reações indicativas da presença ou ausência de grupos de metabólitos secundários no extrato bruto (SEBC) obtido via Soxhlet da entrecasca da *C. rubra*.

Tabela 2 – Compostos químicos identificados por LC-DAD (Cromatografia Líquida com Detecção por Arranjo de Diodos) no extrato da entrecasca da espécie *C. rubra*.

Tabela 3 – Compostos químicos identificados por GS-MS (Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas) no extrato da entrecasca da espécie *C. rubra*.

Tabela 4 – Quantificação do teor de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos totais e avaliação da atividade antioxidante do extrato da entrecasca da *C. rubra* obtido via soxhlet.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IC ₅₀	concentração inibitória - mínima concentração necessária de antioxidante para inibir 50% de uma determinada concentração de radical
µg/ml	microgramas por mililitro
mg EAG/g	miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de extrato
mg ER/g	miligramas equivalentes de rutina por grama de extrato
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SEBC	Extrato Bruto da entrecasca via soxhlet
TR	Tempo de Retenção
UC	Unidade de Conservação
ZTE	Zona de Tensão Ecológica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Importância do estudo e da conservação de espécies	15
3.1.1 Ecótono amazônia-cerrado	17
3.2 Reserva particular do patrimônio natural cangaçu – RPPN	18
3.3 <i>Cariniana rubra</i> Gardner ex Miers	20
3.4 Metabólitos secundários	21
3.5 Atividade antioxidante.....	22
4. METODOLOGIA.....	23
4.1 Coleta do material e tratamentos prévios.....	23
4.2 Obtenção do extrato.....	23
4.3 Caracterização fitoquímica.....	24
4.3.1 Flavonoides.....	24
4.3.2 Taninos	24
4.3.3 Fitoesteróis / triterpenóides	25
4.3.4 Quinonas.....	25
4.3.5 Saponinas.....	26
4.3.7 Alcaloides	26
4.4 Cromatografia líquida com detecção por arranjo de diodos (LC-DAD)	26
4.5 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS)	27
4.6 Determinação do teor de fenólicos totais	28
4.7 Determinação do teor de flavonoides totais	28
4.8 Determinação do teor de taninos	28

4.9 Atividade antioxidante.....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
5.1 Caracterização fitoquímica.....	29
5.2 Cromatografia líquida (LC-DAD) e Cromatografia gasosa (GC-MS).....	31
5.3 Teor de fenólicos, flavonoides, taninos e avaliação da atividade antioxidante.....	33
6. CONCLUSÃO.....	34
7. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A determinação de compostos bioativos em plantas é relevante para encontrar propriedades como antioxidantes, antimicrobianas e antidegenerativas, tornando-as conhecidas como fitoterápicas. Essas alternativas podem auxiliar na elaboração de novos fármacos, cosméticos ou certificar o seu uso *in natura* (LUZIA, 2012), colaborando no tratamento de doenças como diabetes, câncer e processos inflamatórios, devido a atuação sobre o estresse oxidativo além de fomentar a conservação de espécies (CARTEA et al., 2011).

A importância de se estudar espécies nativas decorre do desejo de conhecer melhor suas características, que incluem suas propriedades físicas e químicas. Esses fatores são dominantes na indústria para fins específicos, sendo possível adequar o uso das espécies de diversas formas estudando suas propriedades (ALBUQUERQUE et al., 2016). Na literatura, existem poucos dados específicos sobre a composição química das espécies tropicais brasileiras (FRAZEN *et al.*, 2018).

A biodiversidade é significativa de várias maneiras, pois possui valores ecológicos, genéticos, sociais, científicos, educacionais, culturais, recreativos e estéticos, além da sua importância econômica. Os seres vivos são a matéria-prima mais importante na produção de alimentos, medicamentos, cosméticos, roupas e até moradia. Preservar significa garantir que esses recursos não se esgotem no futuro e que o meio ambiente permaneça equilibrado (SANTOS, 2022). A criação de unidades de conservação é uma das alternativas mais eficazes para controlar o desmatamento, proteger paisagens naturais e preservar a diversidade biológica (CHAPE et al., 2008).

A Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Canguçu é uma das Unidades de Conservação (UC) presentes no centro-oeste do Estado do Tocantins e é responsável pela proteção das áreas de tensão ecológica, onde possui uma área de 60,1 ha, com predominância de formações florestais sazonalmente alagadas, matas de terra firme e áreas de cerrado sentido restrito (LEITE et al., 2013). Esta UC é coberta pelas margens dos rios Javaés/Araguaia e faz parte de um importante conjunto de áreas protegidas como o Parque Nacional do Araguaia, o Parque Estadual do Cantão e a Área de Proteção Ambiental Bananal-Araguaia (UFT, 2012).

A região é um ecótono formado pelo encontro dos biomas Cerrado e Amazônia, com a existência de inúmeros lagos e de um regime de enchentes, formando um complexo de ecossistemas diferentes e únicos em uma só região (FRAGA, 2017). A particularidade e a riqueza desses ecossistemas fazem dele um ambiente rico em biodiversidade (PINHEIRO; DORNAS, 2009). A região está na área conhecida como “arco do desmatamento” da Amazônia Legal, região seriamente ameaçada graças ao aumento das atividades humanas, principalmente

referentes ao agronegócio (FERNANDES et al., 2016), ao crescimento populacional, pela expansão das áreas urbana (PINHEIRO et al., 2018), além da extração de madeiras e dos incêndios florestais (MATRICARDI et al. 2013), fazendo com que a biota local seja modificada e o turismo interfira na dinâmica de algumas espécies de aves ribeirinhas (PINHEIRO; DORNAS, 2009).

Por estas razões, a RPPN Canguçu foi escolhida como local de estudo e coleta deste trabalho, por abrigar o encontro de dois biomas e uma região ecotonal merecedora de estudo e preservação (RIBEIRO, 2020).

Popularmente chamada como jequitibá, cachimbeira ou cachimbo-de-macaco, a *Cariniana rubra* Gardner ex Miers é uma das espécies encontradas na RPPN – Canguçu podendo atingir de 10 a 18 metros de altura, com tronco de 50 a 80 cm de diâmetro (LORENZI, 2016). Possui uso ornamental, graças a sua florada vermelha, além de fornecer sombra por conta do seu tamanho. Os frutos em formato de cachimbo podem ser usados no artesanato. Além disso, a árvore é indicada para recuperação de matas ciliares degradadas e arborização rural, sua madeira é usada na construção civil, fabricação de móveis e esquadrias (LORENZI, 2016).

Na medicina tradicional, a infusão do chá da sua casca serve para o tratamento de inflamação uterina e hemorróidas, dores de coluna, doenças sexualmente transmissíveis, gastrite e úlcera (FAGUNDES et al., 2017). Estudos farmacológicos mostram um potencial anti-inflamatório e anti-microbial na espécie (SANTOS et al., 2011).

Diante do que foi exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o perfil fitoquímico da entrecasca da *C. rubra*, caracterizar quimicamente seu extrato vegetal e avaliar sua atividade antioxidante, visando detectar compostos para direcioná-los à estudos farmacológicos, contribuindo com o conhecimento científico a respeito da planta, ajudando também em sua conservação.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização química e a avaliar a atividade antioxidante do extrato da entrecasca da *Cariniana rubra* Gardner ex Miers, visando contribuir com o conhecimento acerca de novos princípios ativos de origem vegetal e seu possível potencial para uso com fins medicinais.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar um estudo fitoquímico do extrato da entrecasca da *C. rubra*;
- Caracterizar quimicamente os princípios ativos do extrato da entrecasca *C. rubra*;
- Determinar o teor de fenólicos totais, flavonoides totais e taninos presentes na entrecasca da *C. rubra*;
- Avaliar a atividade antioxidante da entrecasca da *C. rubra*;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Importância do estudo e da conservação de espécies

A Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra em meados do século XVIII com a transição da manufatura para a indústria mecânica, resultou no aumento da produção e no surgimento de novas tecnologias, mudando o modo de vida do mundo. Da mesma forma, o progresso da ciência tornou possível o tratamento de uma ampla gama de doenças que antes eram consideradas fatais, aumentando a expectativa de vida das pessoas e sua capacidade de trabalhar (POTT e ESTRELA, 2017).

Desde a Revolução Industrial, quase três séculos se passaram, mas as preocupações ambientais só foram levantadas a partir do final da década de 1960 e início da década de 1970. Anteriormente, vários episódios demonstravam o impacto do crescimento desordenado na vida das pessoas e na saúde do meio ambiente, e eram vistos como prejudiciais ao progresso (GOLDEMBERG e BARBOSA, 2004). Segundo Goldemberg e Barbosa (2004), a Lei do Puro Ar foi aprovada no Reino Unido em 1956, e novas leis foram aprovadas nos Estados Unidos, Canadá e vários outros países da Europa, permitindo o estabelecimento de criação de agência de meio ambiente de monitoramento, regulação e avaliação.

O livro Primavera Silenciosa de Rachel Carson (1969) alertou o público sobre o aumento do uso de compostos químicos no pós-guerra, bem como o quanto esses compostos são prejudiciais à vida humana, tornando-se o paradigma para percepção da sociedade, acerca das questões ambientais e levando à proibição do uso do agrotóxico DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) (HOGAN, 2007).

Como uma das primeiras políticas públicas relativas ao meio ambiente no século XX, a Lei Federal nº 4.771 de 1965 alterou o Código Florestal Brasileiro, vigente desde 1934, com o objetivo de preservar diferentes biomas, mas verificou-se que é incoerente ao permitir o total desmatamento das florestas até serem replantadas, mesmo com espécies extintas. Essa lei federal foi precedida pela Lei nº 601 de Dom Pedro II de 1850, conhecida como Lei das Terras, que proibia a exploração de florestas em terras recém-descobertas e havia sido amplamente

ignorada na época devido à demanda de terras para o estabelecimento de uma monocultura de café (MMA, 2015).

Segundo o Ibama (2014), o público foi estimulado a se conscientizar sobre as questões ambientais e, em 1968, a Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) realizou uma conferência internacional na qual o tema do uso racional e conservação dos recursos da biosfera foi discutido, dando origem ao programa "O Homem e a Biosfera", que contou com a participação, entre outros, do presidente Barack Obama.

Em 1969, os Estados Unidos da América formalizaram o NEPA (National Environmental Policy Act), que incluía, entre outras coisas, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) para incluir, sob escrutínio e obrigatoriedade pública, decisões políticas processos de fabricação e meio ambiente, variabilidade nas análises multidisciplinares de planos, programas e projetos (WINTHER, 2002).

Quando se trata de importância ambiental, as razões são óbvias: todas as espécies da Terra desempenham um papel no ecossistema. As plantas, por exemplo, são a base de toda cadeia alimentar, além de servir como fonte de alimento para algumas espécies e fornecer oxigênio no processo de fotossíntese. Quando uma espécie é extinta, afeta todo o ecossistema local. Apesar de conhecer o valor da biodiversidade, os humanos são responsáveis por sua destruição, poluição, desmatamento, e a exploração exagerada, sendo o responsável pela redução da biodiversidade do planeta (SANTOS, 2022). Uma das práticas mais conhecidas é o extrativismo, que é a extração de recursos naturais, seja de forma manual ou com auxílio de máquinas. Inicialmente era usada para subsistência, quando a humanidade era nômade, mas ainda hoje a atividade é praticada (HOMMA, 2012).

A preocupação com a questão da biodiversidade cresceu em resposta aos crescentes problemas ambientais, como o aumento dos níveis de ozônio, destruição do oceano, destruição de habitats, aumento da demografia da população humana e consumo excessivo de recursos naturais (ALBUQUERQUE et al., 2016). Nas últimas décadas, o desmatamento desflorestou mais da metade da cobertura vegetal do Cerrado, o que está levando à extinção plantas que seriam capazes de ajudar a curar diversas doenças. As plantas medicinais são vítimas do avanço desenfreado de monoculturas de soja, sorgo e milho que dominam o Brasil (GESISKY, 2017).

Para os povos e comunidades tradicionais do Cerrado, uma das formas de controlar o avanço da degradação é aumentar as áreas de proteção ambiental, para que as plantas de aplicação medicinal fiquem preservadas para as futuras gerações (GESISKY, 2017).

Dentre a porção de plantas existentes no planeta, a maioria é desconhecida sob o ponto de vista científico, e poucas estão sendo estudadas fitoquimicamente e avaliadas sob seus

aspectos biológicos (JANOVIK, 2011). O uso de plantas no tratamento de doenças é tão antigo quanto a própria humanidade. As plantas medicinais ainda são vendidas em feiras livres, feiras populares e até mesmo nas áreas mais abastadas do país, assim como nas grandes cidades (ROCHA et al., 2020). Existem parcerias entre empresas e pequenos produtores em diversas partes do país, que recebem apoio e incentivo para cultivo de espécies de plantas nativas brasileiras. Parcerias com pequenos agricultores de plantio em sistema de agroflorestas, sistema que reúne uma agricultura sustentável com o reflorestamento e proteção de matas, tem possibilitado a produção de óleos essenciais de ervas e árvores em um mesmo ecossistema saudável. Nesta cadeia produtiva, também pode-se citar a agricultura familiar, pois gera emprego e renda para a região onde estão estabelecidos. Parceria entre empresas, natureza e as pessoas envolvidas no processo podem ter benefícios para todos, obtendo da natureza, sem prejudicá-la (LÁSZLÓ, 2020).

Os estudos a respeito do uso e da eficácia de plantas medicinais contribuem com a comprovação de suas atividades terapêuticas, para que assim, os usuários da fitoterapia possam manter a prática do consumo de fitoterápicos, tornando válidos os princípios repassados de geração a geração (MACIEL et al., 2002). As pesquisas com plantas medicinais incluem diversos processos, como:

- estudos de etnobotânica, com buscas entre a medicina tradicional e a popular;
- caracterização de princípios ativos, com estudos fitoquímicos;
- investigação farmacológica dos extratos e de seus constituintes químicos isolados;
- transformações químicas de princípios ativos;
- análise da relação estrutura/atividade e dos mecanismos de ação dos princípios ativos.

A assimilação destas pesquisas favorece para a descoberta e fabricação de novos medicamentos, atestando sua eficácia e segurança (MACIEL et al., 2002).

3.1.1 Ecótono amazônia-cerrado

O encontro de um bioma com outro é chamado de ecótono, ou seja, são áreas de transição entre biomas com características de dois ecossistemas. Não ocorre um padrão de estruturas vegetais típico, porém existe uma tensão ecológica e interações de climas e biodiversidade destes biomas diferentes (MILAN e MORO, 2016).

A Amazônia e o Cerrado são considerados como os dois maiores biomas brasileiros, por serem heterogêneos e com distintas características de geologia, pedologia e vegetação ao longo

de suas extensões (IBGE, 2004). A transição entre estes dois biomas é uma extensa zona de tensão ecológica na América do Sul, formada por um mosaico de savanas e florestas (RATTER, 1992). Este mosaico é irregular, apresentando características singulares e recortes de diferentes tamanhos ao longo de sua extensão (MARIMON et al., 2006) e o estado do Tocantins dispõe em seu território uma parte dessa zona ecotonal (MMA 2007), com um aglomerado de fisionomias vegetais (IBGE, 2004; SEPLAN, 2008). O encontro destes biomas surge pelas faixas centrais, ao oeste do estado (IBGE, 2004). A região possui características similares ao Bioma Pantanal graças a frequência de lagos e do regime de enchentes, formando um aglomerado de ecossistemas únicos e marcantes (PINHEIRO e DORNAS, 2009).

O ecótono é nomeado como Zona de Tensão Ecológica (ZTE) e relaciona-se com o “Arco do Desmatamento”. Isso faz com que a ZTE seja importante para estudos ecológicos e de conservação, em razão de que suas áreas naturais estejam se transformando em agricultura e pastagens de maneira acelerada (MARQUES, 2016).

Como essas áreas veem sofrendo com as ações antrópicas, mostra-se o quão importante é a sua conservação, devendo ser criadas Unidades de Conservação para preservação dessas fitofisionomias (LIMA, 2021; KERNAGHAN e HARPER, 2001).

3.2 Reserva particular do patrimônio natural cangaçu – RPPN

O estado do Tocantins contribuiu no aumento do número de unidades de conservação (UC), para fomentar a proteção da biodiversidade em seu território e o desenvolvimento socioeconômico, incentivando o ecoturismo e atividades relacionadas. O Estado possui unidades de conservação de domínio privado, como as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) (TOCANTINS, 2011), que possuem como objetivo proteger os recursos hídricos, manejo de recursos naturais, além de promover o desenvolvimento de pesquisas científicas, educação ambiental, turismo sustentável e manutenção do equilíbrio climático e ecológico (BRASIL, 2011).

Criada pela Portaria do IBAMA Nº 819 de 05/03/2004, a Reserva Particular do Patrimônio Natural – Cangaçu é formada pelo encontro dos biomas Amazônia-Cerrado (LIMA, 2021) e faz parte do “Arco do desmatamento”, a região mais desmatada de toda Amazônia, por isso, tem como missão promover a conservação da biodiversidade local, potencializando as áreas de proteção, por ser uma região de grande importância ecológica, com suas características particulares (LEITE et al., 2013), além de grande relevância científica, tecnológica, econômica e social (FRAGA, 2017).

A RPPN Canguçu está situada no município de Pium, nas margens do Rio Javaés. Desfruta de uma área de 60,1 ha, com predominância de formações florestais sazonalmente alagadas, matas de terra firme e áreas de cerrado sentido restrito (LEITE et al., 2013). A região possui duas estações definidas, sendo uma seca que acontece de maio a setembro e a estação chuvosa, entre outubro e abril, formando um mosaico na vegetação por conta de sua variabilidade e da migração entre as várias espécies (JUNK et al. 2012). Nesta área é permitido apenas pesquisas científicas e a visitação turística, com intenções educacionais ou recreativas, para manter sua conservação (MMA, 2020).

Dentro da RPPN Canguçu, existe a sede do Centro de Pesquisa Canguçu (CPC) (Figura 1), na qual, é mantido pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) em parceria com o Instituto Ecológica e está localizada entre duas importantes unidades de conservação, o Parque Nacional do Araguaia e o Parque Estadual do Cantão. A construção da sede foi feita por meio do sistema de palafitas devido às enchentes sazonais. O CPC contribui para o desenvolvimento do conhecimento científico regional, pois auxilia em campo com atividades complementares as que foram conduzidas em sala ou laboratório, além de atrair pesquisadores, mídia e turistas científicos de diversas regiões do país e até do mundo (RIBEIRO, 2020; UFT, 2012).

Figura 1: Sede do Centro de Pesquisa Canguçu



FONTE: Própria autora, 2021.

A RPPN Canguçu possui diversas espécies identificadas, dentre elas a *Cariniana rubra* Gardner ex Miers.

3.3 *Cariniana rubra* Gardner ex Miers

A *C. rubra* (Figura 1) pertence à família *Lecythydhaeae* e é popularmente conhecida como jequitibá, cachimbeira ou cachimbo-de-macaco. É uma árvore que atinge de 10 a 18 metros, provida de uma copa umbeliforme, tronco ereto com 50 a 80 cm de diâmetro e de casca grossa (SILVA, 2014). Geralmente floresce de outubro a dezembro e os frutos amadurecem de julho a agosto. Pode ser encontrada nos estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins e Pará e em fitofisionomias como cerrado (lato sensu), floresta de galeria ou ciliar e áreas antropizadas (RIBEIRO et al., 2015).

Dentre seus usos, pode-se destacar a arborização em praças ou parques urbanos, por fornecer uma ótima sombra e por sua bela florada vermelha. A madeira pode ser utilizada em trabalhos internos na construção civil, fabricação de móveis e também para caixotaria e lenha. Sua casca é fibrosa e por isso é empregada na produção de cordas. O fruto, que é um pixídio elíptico, com 8 a 16 sementes, na qual, as libera por meio de dispersão eólica, é aproveitado no artesanato, como cachimbo pelos indígenas e querido pelas aves e pelos macacos (LORENZI, 2016). Jequitibá em tupi-guarani significa gigante da floresta (JUNIOR, 2009). A árvore é indicada para a recuperação de matas ciliares degradadas e arborização rural (LORENZI, 2016). Na medicina popular a espécie é utilizada em tratamentos como inflamação uterina, hemorroidas, doenças sexuais, gastrite, úlcera e câncer (FAGUNDES, 2017; DE LA CRUZ, 2008).

Figura 2: *Cariniana rubra* Gardner ex Miers



FONTE: Própria autora, 2021.

A casca da *C. rubra* é usada na medicina tradicional como anti-inflamatório (LIMA et al., 2002). Ela é empregada em inflamações no geral, mas principalmente na garganta e ovário/útero (SILVA, 2012). A infusão como chá ou xarope é utilizada em tratamentos de disenteria, hematúrias e hemoptises. Externamente, a fervura é usada em banhos de assento, em hemorroidas e leucorreias. Também pode ser usado em gargarejos, como anti-inflamatório tópico (SILVA, 2014).

3.4 Metabólitos secundários

Os metabólitos secundários são compostos orgânicos bioativos que não estão diretamente envolvidos no crescimento, desenvolvimento e reprodução das plantas (KASOTE et al., 2015), mas sim na proteção. Sua obtenção se dá por meio de como a planta enfrenta situações que possam causar estresse, como na proteção à possíveis predadores (CHAGAS, 2004). Dentre os grupos de metabólitos secundários presentes nas plantas pode-se citar os flavonoides, taninos, fitoesteróis, triterpenóides, quinonas, saponinas e alcaloides.

Os flavonoides são muito encontrados entre os metabólitos secundários das frutas, vegetais, cereais e sementes. Dentre suas atividades terapêuticas pode-se atribuir à atividade antitumoral, antiviral, anti-inflamatória e antioxidante (SARAIVA et al., 2018).

Os taninos estão presentes em frutas com semente, como na uva e na romã e são os compostos fenólicos que mais se destacam por atuar como antioxidantes. Na medicina popular são utilizados no tratamento de diversas doenças, como pressão alta, feridas, queimaduras, problemas de estômago e renais, além das ações fungicida, antiviral e cicatrizante (SIMÕES et al., 2017)

Os fitoesteróis estão presentes em óleos vegetais, sementes, grãos, castanhas e frutas. Estudos comprovaram a eficácia e segurança destes compostos na redução dos níveis do colesterol LDL e em doenças relacionadas ao sistema cardíaco. Além disso, estudos apresentaram um potencial efeito quimiopreventivo, principalmente para o câncer de mama e de próstata (BREDA, 2010). Já os triterpenóides são extraídos a partir das plantas e apresentam atividades biológicas antitumoral, antibacteriana, anti-inflamatória, antiviral e antifúngica (FAUSTINO, 2015).

As quinonas são metabólitos secundários presentes em vegetais de folha verde, como couve de bruxelas ou brócolis que causam um efeito laxante e possuem um potencial oxidante, que altera a absorção ou o metabolismo enzimático de um grande número de fármacos (SIMÕES et al., 2017).

As saponinas são encontradas em diversas plantas e alimentos, como em aveias, feijões ou ervilhas. Elas exercem um papel importante na defesa contra insetos e microrganismos para as plantas (VIZZOTTO et al., 2010). Dentre suas propriedades terapêuticas, pode-se destacar a atividade expectorante, anti-inflamatória, antiviral, anticancerígena e citotóxica (SARAIVA et al., 2018).

Os alcaloides são encontrados em plantas com flores ou plantas de tabaco, e as defendem contra predadores, e são conhecidos por apresentarem características de neurotransmissores e pelo potencial citotóxico, além da atividade antifúngica, antibacteriana e do efeito antiparasitário (SIMÕES, 2017). Esse composto é utilizado também em venenos ou como alucinógenos (VALDÉS et al., 2015).

3.5 Atividade antioxidante

Radicais livres são moléculas liberadas pelo metabolismo do corpo com elétrons altamente instáveis e reativos. Fatores como fumo, ingestão de álcool em excesso, poluição ambiental, resíduos de pesticida e exposição a raios-x ou ultravioleta podem contribuir para a produção acentuada destes radicais (YARIBEYGI et al., 2019). Quando estão em abundância, podem provocar estresse oxidativo causando danos preocupantes em células humanas, como câncer, doenças degenerativas e envelhecimento precoce (GULÇIN, 2012) e os antioxidantes são capazes de estabilizar ou inibir os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células (SOUZA et al., 2007).

Os antioxidantes podem ser encontrados nas frutas e nos vegetais e quando presentes na nossa alimentação, assumem a função de agentes protetores que ajudam o corpo humano na redução de possíveis danos oxidativos (ANDRADE et al., 2007).

Compostos antioxidantes provindos de fontes vegetais têm evidenciado que são capazes de proteger contra possíveis danos da oxidação, especialmente pela sua propriedade redox, que trabalha na absorção e neutralização de radicais livres (PACHECO et al., 2016; SILVA et al., 2010). Com isso, mais plantas estão sendo estudadas quanto ao seu potencial antioxidante, onde, através do isolamento das moléculas é possível apontar possíveis usos como fitoterápicos ou na produção de medicamentos que possam atuar contra as ações degenerativas dos radicais livres (FILHO et al., 2018).

4. METODOLOGIA

4.1 Coleta do material e tratamentos prévios

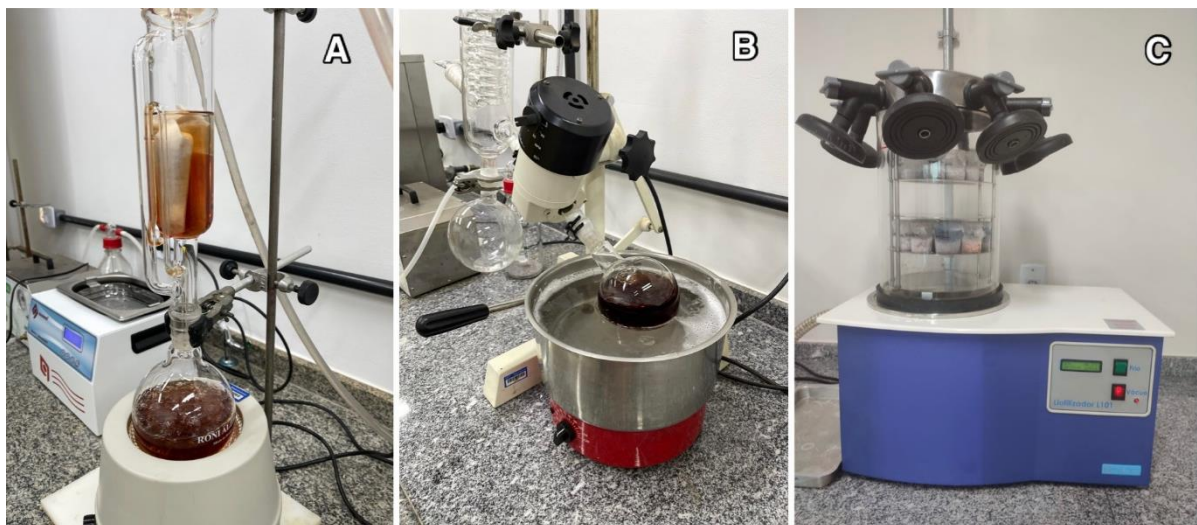
A coleta da entrecasca da *C. rubra* foi realizada na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Canguçu, situada no município de Pium – TO, nas coordenadas 9°58'47”S e 50°2'12”O e foram tombadas e incorporadas ao acervo do Herbário da Universidade Estadual do Tocantins (HUTO) localizado na Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), na cidade de Palmas - TO, sob número HUTO 8161. O projeto encontra-se cadastrado junto ao SIGEN sob número AE8F6D0.

Após a coleta, o material foi seco em estufa a 60 °C durante 48 horas, triturado em moinho de facas tipo Willey e armazenado em um recipiente de vidro para evitar contato com a umidade.

4.2 Obtenção do extrato

O extrato bruto, nomeado pela sigla SEBC (extrato bruto da entrecasca via soxhlet), foi obtido utilizando o método extrativo à quente em sistema fechado por meio do equipamento Soxhlet (Figura 3A), utilizando solvente hidroetanólico (80%), com a proporção de 10 g do pó do material botânico (entrecasca) para 400 ml do solvente, por 5 horas. Após o resfriamento, o extrato foi inserido em um rotaevaporador (Figura 3B) para a retirada do solvente, congelada a -70 °C e, por fim, o extrato foi liofilizado no liofilizador de bancada L101 da LIOTOP (Figura 3C) e mantido em frascos ambar para evitar contaminação e umidade.

Figura 3: Obtenção do extrato bruto da entrecasca da *C. Rubra.*, onde A: extração, B: rotaevaporação, C: liofilização.



FONTE: Própria autora, 2021.

4.3 Caracterização fitoquímica

O extrato foi submetido a testes de caracterização fitoquímica seguindo a metodologia proposta por Silva e Lima (2016), Simões et al. (2017) e Saraiva et al. (2018) para a caracterização dos principais grupos de metabólitos secundários, na qual, os ensaios são baseados em reações químicas que resultam no aparecimento de cor e/ou precipitado. As reações são diversificadas de acordo com o reagente manipulado para cada grupo pesquisado, indicando a ausência ou presença de um determinado grupo de metabólito secundário. Cada item foi numerado para melhor identificação na Tabela 1.

4.3.1 Flavonoides

4.3.1.1 Reação com hidróxido de sódio (1)

Foram pipetados 5 ml do extrato em um tubo de ensaio e em seguida foram adicionadas duas gotas de NaOH a 5%. Esperou-se o desenvolvimento de coloração amarelada de intensidade variada.

4.3.1.2 Reação de shinoda (2)

Em um tubo de ensaio foram pipetados 2 ml do extrato, adicionado seis fragmentos de magnésio (Mg) metálico e 1 ml de ácido clorídrico (HCl). A reação era considerada positiva se surgisse uma coloração rósea ou vermelha.

4.3.2 Taninos

4.3.2.1 Teste com cloreto férrico (3)

Foi pipetado 4,0 mL do extrato, adicionando em seguida 3 gotas de uma solução alcoólica de cloreto férrico (FeCl_3) a 3%. Esperou-se a mudança de coloração para azul-preto ou verde.

4.3.2.2 Teste com acetato chumbo (4)

Em um tubo de ensaio, foi pipetado 1,0 mL do extrato, adicionado 4 mL de água destilada e 2 gotas de acetato de chumbo a 10%. A reação era considerada positiva se houvesse a formação de precipitado castanho avermelhado volumoso e denso.

4.3.2.3 Teste com acetato de chumbo e ácido acético glacial (5)

Foi pipetado 3 mL do extrato em tubo, adicionado 2 ml de ácido acético glacial a 10 % e em seguida o tubo foi agitado. Por fim, foi adicionado 3 mL de acetato de chumbo a 10%.

Para confirmar a presença do Tanino, esperava-se a formação de turvação ou de um precipitado castanho avermelhado.

4.3.2.4 Teste com acetato de cobre (6)

Foi pipetado 1 ml do extrato e adicionado 2 gotas da solução aquosa de acetato de cobre a 5 %. A turvação ou formação de um precipitado castanho avermelhado indicaria a presença de tanino.

4.3.3 Fitoesteróis / triterpenóides

4.3.3.1 Teste liebermann-burchard (7)

Em um tubo de ensaio com 2 mL do extrato foi adicionado 2 mL de clorofórmio (CHCl_3). Em seguida, a solução clorofórmica foi filtrada em um pequeno funil fechado com uma pequena bolinha de algodão para um segundo tubo de ensaio. Após a filtração, foi adicionado 1 mL de anidrido acético, e agitado suavemente, por fim, foi acrescentado 3 gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4), agitando com cuidado novamente, observando o desenvolvimento de cores.

4.3.3.2 Teste com ácido acético e FeCl_3 (8)

Em um tubo de ensaio com 2 mL do extrato, foi adicionado 2 mL de CHCl_3 , em seguida a solução clorofórmica foi filtrada em um pequeno funil fechado com uma pequena bolinha de algodão para um segundo tubo de ensaio. Após a filtração, foi adicionado 2 ml de ácido acético glacial, 2 gotas de FeCl_3 (3%) e pela parede do tubo 2 ml de H_2SO_4 , sem agitar. A formação de um anel de coloração pardo avermelhada ou verde, indicaria a presença de fitoesteróis, e a coloração azulada indicaria a presença de triterpenóides.

4.3.4 Quinonas (9)

Foi pipetado 2 mL de extrato, em seguida adicionado 5 mL de CHCl_3 , agitou-se e a mistura ficou em repouso durante 15 minutos. Após esse período, foi recolhida a fase clorofórmica transferindo-a para um tubo de ensaio, e adicionando 1 mL de solução aquosa de hidróxido de sódio a 5%. O aparecimento de coloração roxa seria o indicativo da presença de quinonas.

4.3.5 Saponinas (10)

Foi pipetado 2 mL de extrato em um tubo de ensaio, adicionando em seguida 5 mL de água fervente. Após o resfriamento em temperatura ambiente, o tubo foi agitado vigorosamente, deixando em repouso durante 20 minutos. A formação de espumas e sua permanência por 15 minutos indicava presença de saponinas.

4.3.7 Alcaloides (11)

A presença/ausência de alcaloides foi determinada pela reação com o reagente de Dragendorff. Foram pipetados 2 mL do extrato e acrescentado 2 mL de HCl a 10 %, onde essa mistura foi aquecida durante 10 minutos em banho-maria. Após o resfriamento, o extrato foi dividido em dois tubos de ensaios, adicionando 8 gotas de reagente Dragendorff em um deles. A reação era considerada positiva se houvesse a formação de um precipitado de coloração laranja a vermelho no tubo com o reagente, o outro serviu para comparação.

4.4 Cromatografia líquida com detecção por arranjo de diodos (LC-DAD)

O extrato foi solubilizado em água:metanol (7:3 v:v) e avaliado em uma coluna analítica LC (LC-6AD Shimadzu, Japão) com o auxílio de um sistema detector de fotodiodo (PDA), monitorado em comprimentos de onda de 200 a 800 nm. A coluna utilizada foi a Ods Hypersil (C-18, 150 mm de comprimento x 4,6 mm de diâmetro, Thermo Electron Corporation). O fluxo e o volume da injeção foram, respectivamente, 1 mL/min e 20 µL. Todas as análises cromatográficas estavam à temperatura de 23 °C. O eluente A foi composto por água com ácido acético (6%) e acetato de sódio (2 mM), e o eluente B, composto por acetonitrila e aplicado o seguinte gradiente: 0 min 5% B; 20 min 15% B; 30 min 60% B; e 40 min 100% B.

Foram utilizados padrões de ácido cafeico, ácido elágico, ácido vanílico, ácido sinápico, ácido ferúlico e ácido gálico, rutina, luteolina, apigenina, naringina, campesterol e quercetina, preparados em metanol-água na concentração de 1000 µg.mL⁻¹. A identificação dos compostos com o auxílio de um detector de varredura PDA na faixa espectral de 200-800 nm não revelou qualquer interferência no tempo de retenção das amostras em LC pelo método de eluição desenvolvido. Os padrões foram facilmente identificados e quantificados com base em seus espectros de absorção na região UV e tempo de retenção. Os padrões encontrados nos extratos foram identificados inequivocamente através da realização de experimentos de co-injeção em que alíquotas dos extratos e padrões foram misturadas e diluídas a um volume conhecido e analisadas por LC. As curvas de calibração foram determinadas por regressão linear usando LC. A linearidade dos padrões foi avaliada para 10 faixas de concentração. Os respectivos

coeficientes de determinação (r^2) foram 0,9994 para ácido cafeico, ácido elágico, ácido sinapínico, ácido vanílico, ácido ferúlico e ácido gálico e $r^2 = 0,9996$ para rutina, luteolina, apigenina, naringina, campesterol e quercetina. O limite de detecção foi determinado injetando ($n = 5$) soluções de compostos de concentração conhecida (20 μL cada) e depois diminuindo as concentrações das amostras até a detecção de um pico com uma relação sinal/ruído de 3. As análises foram realizadas em quintuplicata.

4.5 Cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS)

Foi pesado 100 mg do extrato, em seguida adicionado 2 ml de água e 2 ml de hexano, e após a formação da fase, a fração de hexano foi separada da fração aquosa. Na fração aquosa, foram adicionados 2 ml de hexano e o processo foi repetido. Após as duas extrações, as frações de hexano foram secas e suspensas em 1000 ml de hexano. A solução foi filtrada por meio do ultrafiltro de 0,45 μm .

A análise de GC-MS foi realizada em um GC-2010 Plus, Shimadzu, Kyoto, Japão, equipado com um detector de espectrometria de massa (GC-MS Ultra 2010), usando LM-5 (5% fenildimetilpolissiloxano), coluna capilar de sílica fundida (15 m de comprimento x 0,2 mm de diâmetro interno e filme de 0,2 μm de espessura).

A análise ocorreu da seguinte forma: gás de arraste de hélio (99,999% e vazão de 1 mL min^{-1}), 1 μL de volume de injeção, razão de divisão (1:20), temperatura inicial do forno à 150 °C e o aquecimento em 150 °C a 280 °C a 15 °C min^{-1} e uma manutenção a 280 °C por 15 min. A temperatura do injetor e do detector quadrupolo foram de 280 °C. Os parâmetros de varredura de MS incluíram uma tensão de ionização por impacto de elétrons de 70 eV, uma faixa de massa de 45-600 m/z e um intervalo de varredura de 0,3 s. As identificações foram realizadas comparando os espectros de massa obtidos das bibliotecas NIST21 e WILEY229. Quando os espectros identificados não foram encontrados, apenas o tipo estrutural do componente correspondente foi proposto com base em sua fragmentação espectral de massa. Quando possível, os compostos de referência foram cromatografados para confirmar os tempos de retenção do GC.

Os padrões estigmasterol, campesterol, taraxasterol, β -Amirina, acetato de β -Amirina, β -sitosterol, lupeol e acetato de lupeol foram preparados em hexano a uma concentração de 1000 $\mu\text{g/mL}$. As concentrações dos compostos foram determinadas por calibração externa. A linearidade dos padrões foi avaliada para 5 faixas de concentração. Os respectivos coeficientes de determinação (r^2) foram de 0,9996 para estigmasterol, campesterol, taraxasterol, β -Amirina,

acetato de β -Amirina, β -sitosterol e lupeol, e $r^2 = 0,9994$ para acetato de lupeol. As análises foram realizadas em quintuplicata.

4.6 Determinação do teor de fenólicos totais

A quantificação do teor de compostos fenólicos totais foi realizada através do método Folin-Ciocalteu, seguindo a metodologia de Amorim et al. (2012) com modificações, utilizando ácido gálico como padrão. Foi misturado 0,2 ml do extrato bruto ou do padrão (ácido gálico, 2 a 100 $\mu\text{g/ml}$) com o reagente de Folin-Ciocalteu (0,5 ml a 10%), carbonato de sódio (1 ml a 75%) e água destilada (8,3 ml), agitados suavemente e mantidos durante 30 min no escuro. A absorbância foi medida a 760 nm no espectrofotômetro, calibrada com água destilada.

O teor de fenólicos totais foi determinado pela interpolação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração construída com diferentes concentrações de ácido gálico ($y=0,0052x + 0,038$, $R^2 = 0,9915$) e expressos como miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de extrato (mg EAG/g). Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

4.7 Determinação do teor de flavonoides totais

A quantificação de flavonoides totais foi realizada seguindo a metodologia proposta por Peixoto-Sobrinho (2008) com modificações conforme Soares et al. (2017). Foram misturados 0,5 mL do extrato bruto ou do padrão (rutina, 10 a 400 $\mu\text{g/mL}$) em uma solução aquosa de ácido acético (0,5 mL a 60%), solução metanólica de piridina (2 mL a 20%), cloreto de alumínio (1 mL a 5%) e água destilada (6 mL).

O branco foi composto pela junção de todos os componentes da reação e o extrato ou padrão, substituindo o cloreto de alumínio por água. O complexo reacional e o branco foram agitados com cuidado e mantidos por 30 minutos no escuro. A absorbância foi mensurada a 420 nm, em um espectrofotômetro.

Os teores de flavonoides totais foram determinados através da interpolação das absorbâncias das amostras (retirando a absorbância do branco) contra uma curva de calibração construída com as diferentes concentrações do padrão rutina ($y = 0,0019x + 0,0047$, $R^2 = 0,9984$) e expressado em miligramas equivalentes de rutina por grama de extrato (mg ER/g). Todos os experimentos foram feitos em triplicata.

4.8 Determinação do teor de taninos

Para mensurar o teor de taninos, seguindo a metodologia de Amorim et al. (2012), 1 mL do extrato foi misturado com caseína (0,1 g) e água destilada (5 mL), em seguida essa mistura

foi agitada até ficar completamente homogeneizada. A solução ficou em repouso durante 3 horas e depois foi colocado na centrífuga Centribio 80-2B por 10 minutos. Os constituintes fenólicos não-taninos foram determinados de maneira semelhante ao teor de fenólicos totais.

A quantidade de taninos foi calculada como a diferença entre o teor fenólico total e o fenólico não-tanino no extrato. O conteúdo total de tanino foi expresso em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de extrato (mg EAG/g).

4.9 Atividade antioxidante

A capacidade antioxidante foi estabelecida através do método DPPH descrito por Brand Williams et al. (1995), seguindo os relatos de Peixoto Sobrinho et al. (2011) com alterações. Em triplicatas, 0,5 mL de diferentes concentrações do extrato ou padrões (rutina, 10 a 200 µg/mL) foram adicionados a uma solução metanólica de DPPH (3 a 40 µg/mL). O branco foi construído pela substituição do DPPH por metanol no meio reacional. O complexo reacional e o branco foram agitados e mantidos durante 30 minutos no escuro, e as absorvâncias foram medidas a 517 nm no espectrofotômetro, calibrado com metanol. A absorvância da solução de DPPH também foi medida e utilizada como controle negativo.

A atividade de remoção de radicais livres (atividade antioxidante) foi expressa como a porcentagem de inibição determinada pela equação:

$$\% \text{ AA} = \text{ABS}_{\text{Scn}} - (\text{ABS}_{\text{amostra}} - \text{ABS}_{\text{branco}}) / \text{ABS}_{\text{Scn}} \times 100$$

onde: % AA é a porcentagem de atividade antioxidante; ABS amostra, a absorvância da amostra; ABS branco, a absorvância do branco; e ABS_{Scn}, a absorvância do controle negativo.

O valor de IC₅₀ foi calculado mostrando a concentração eficiente (quantidade de amostra necessária para diminuir a concentração inicial de DPPH em 50%), expressa em µg/mL.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização fitoquímica

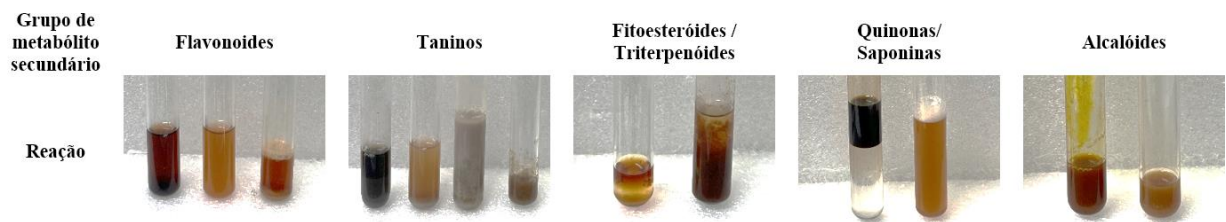
O resultado da caracterização fitoquímica preliminar dos grupos metabólitos secundários realizada com o extrato bruto, obtido através da entrecasca da espécie *C. rubra* pode ser observado na Tabela 1 e na Figura 4, com a reação esperada durante o teste para, assim, julgar se há presença ou ausência do grupo.

Tabela 1 – Resultados das reações indicativas da presença ou ausência de grupos de metabólitos secundários no extrato bruto (SEBC) obtido via Soxhlet da entrecasca da *C. rubra*.

Grupo de metabólito secundário	Reação esperada	SEBC
Flavonoide (1) *	Coloração amarelada	+
Flavonoide (2) *	Coloração avermelhada	+
Tanino (3) *	Coloração azul ou preto	+
Tanino (4) *	Precipitado volumoso e denso	+
Tanino (5) *	Turvação ou formação de precipitado	-
Tanino (6) *	Precipitado castanho avermelhado	+
Fitoesteróis/Triterpenóides (7) *	Desenvolvimento de cores	+
Fitoesteróis/Triterpenóides (8) *	Coloração azulada	+
Quinonas (9) *	Coloração roxa	-
Saponinas (10) *	Formação de espumas	+
Alcalóides (11) *	Precipitado laranja a vermelho	-

Legenda: SEBC: extrato bruto da entrecasca via soxhlet; (+) presença do grupo; (-) ausência do grupo; * os números correspondem a metodologia utilizada para detectar a presença o respectivo grupo no extrato.

Figura 4 – Testes indicativos de presença de grupos de metabólitos secundários no extrato bruto obtido via Soxhlet da entrecasca da *C. rubra*.



De acordo com a Tabela 1, houve reação indicativa de presença de flavonoides, taninos, fitoesteróis/triterpenóides e saponinas, e ausência para quinonas e alcalóides. O gênero *Cariniana* ainda é pouco visado e estudado, entretanto, Silva et al. (2014) identificaram flavonoides, taninos e saponinas com o extrato metanólico e triterpenóides com a fração hexânica da entrecasca da *C. rubra*; Borges (2017) e Santos et al. (2010) identificaram flavonoides e triterpenóides no extrato metanólico da espécie *C. rubra*.

Evidenciando as principais propriedades biológicas e farmacológicas dos grupos mencionados, os flavonoides são conhecidos por sua atividade antioxidante, anti-inflamatória e antitumoral e também pelo uso na prevenção contra doenças cardiovasculares (ARAÚJO, 2008). Os taninos também contam com propriedades antioxidantes, além de serem antissépticos, e cicatrizantes (COZZOLINO, 2009) e os fitoesteróis contribuem na redução dos níveis de colesterol. Os triterpenóides atuam como anti-inflamatórios; as quinonas causam um efeito laxante além de terem um potencial oxidante (SIMÕES et al., 2017); as saponinas se destacam por sua

atividade anti-inflamatória, expectorante e antiviral (SARAIVA et al., 2018); e os alcaloides apresentam efeitos antitumorais, antiviral e antitussígenos (SILVA et al., 2011).

5.2 Cromatografia líquida (LC-DAD) e Cromatografia gasosa (GC-MS)

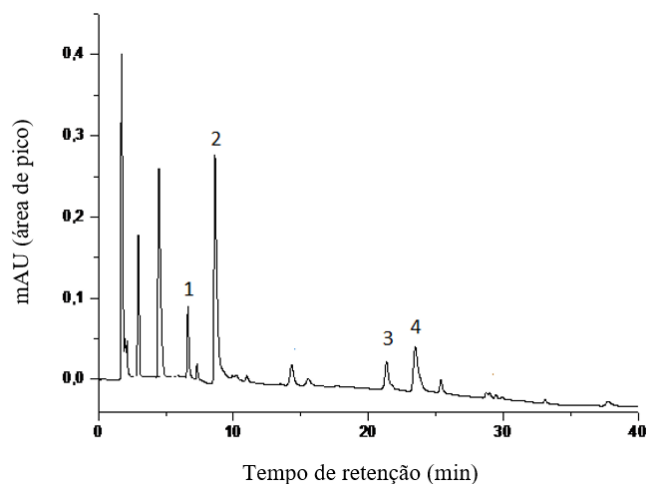
Na análise por LC-DAD do extrato bruto da entrecasca da *C. rubra*, foram identificados e quantificados dois ácidos fenólicos (cafeico e ferúlico) e dois flavonoides (rutina e quercetina) (Tabela 2). A Figura 5 mostra o cromatograma obtido por LC-DAD.

Tabela 2 – Compostos químicos identificados por LC-DAD (Cromatografia Líquida com Detecção por Arranjo de Diodos) no extrato da entrecasca da espécie *C. rubra*.

Composto	Tempo de retenção (min)	Concentração (mg/g)
Ácido cafeico	6.61	32,5 ± 0,1 ^d
Ácido ferúlico	8.93	105,2 ± 0,2 ^a
Rutina	21.88	34,8 ± 0,2 ^c
Quercetina	24.51	36,9 ± 0,3 ^b

Valores representam a média seguida do desvio padrão (Média ± DP). As letras minúsculas iguais, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Figura 5 – Perfil cromatográfico obtido por análise de LC-DAD (Cromatografia Líquida com Detecção por Arranjo de Diodos) para o extrato da entrecasca da espécie *C. rubra*. Pico 1: Ácido cafeico (TR: 6.61); Pico 2: Ácido ferúlico (TR: 8.93); Pico 3: Rutina (TR: 21.88); Pico 4: Quercetina (TR: 24.51).



O ácido ferúlico, composto encontrado em maior quantidade nesse extrato, é um excelente antioxidante (TEE-NGAM et al., 2013), e também possui efeitos contra o câncer, diabetes, doenças pulmonares e cardiovasculares, efeitos hepáticos, neuro e fotoprotetores, antimicrobiano e anti-inflamatório (KAMPA et al., 2004; BOBANY et al., 2010; PAIVA et al., 2013). É um ácido fenólico amplamente distribuído no reino vegetal, além de ser facilmente absorvido pelo corpo e

têm a capacidade de permanência prolongada no sangue (ZDUŃSKA et al., 2018). Não foram encontrados relatos da presença do ácido ferúlico em espécies *Cariniana*.

Há relatos da presença de ácido caféico, rutina e quercetina na casca do caule da espécie *C. doméstica* (Mart.) Miers (JANOVÍK et al., 2012b). Silva (2014) detectou a presença de compostos fenólicos, flavonoides e terpenos no extrato metanólico e antraquinonas, triterpenoides e alcaloides na fração hexânica da entrecasca da *C. rubra*.

Ambos os compostos, além da atividade antioxidante, apresentam diversas atividades biológicas, especificamente o ácido cafeico possui ação anti-hipertensiva, antiviral e age como inibidor da proliferação de células cancerígenas (KANIMOZHI e PRASAD, 2015). A rutina e a quercetina, são compostos que apresentam comprovadas atividades antitumoral, anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante (SANTOS e RODRIGUES, 2017; YOO et al., 2014).

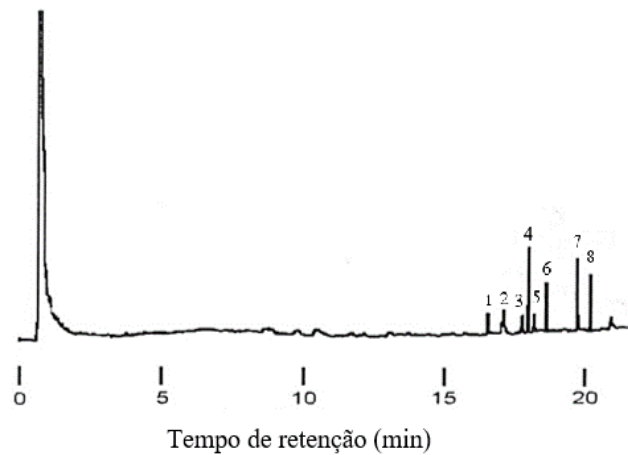
Pela análise por GS-MS do extrato bruto da entrecasca da *C. rubra* foram detectados três esteroides (campesterol, estigmasterol e β -sitosterol) e cinco triterpenoides (β -amirina, acetato de β -amirina, lupeol, acetato de lupeol e taraxasterol). A Figura 6 mostra o cromatograma obtido por GC-MS.

Tabela 3 – Compostos químicos identificados por GS-MS (Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas) no extrato da entrecasca da espécie *C. rubra*.

Composto	Tempo de retenção (min)	Concentração (mg/g)
Campesterol	16.46	23,2 \pm 0,2 ^g
Estigmasterol	17.02	30,4 \pm 0,3 ^f
β -sitosterol	17.72	32,5 \pm 0,1 ^e
β -amirina	17.89	89,8 \pm 0,7 ^a
Taraxasterol	18.01	21,2 \pm 0,1 ^h
Lupeol	18.89	70,1 \pm 0,6 ^c
Acetato de β -amirina	19.67	81,4 \pm 0,5 ^b
Acetato de Lupeol	20.74	68,7 \pm 0,4 ^d

Valores representam a média seguida do desvio padrão (Média \pm DP). As letras minúsculas iguais, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Figura 6 – Perfil cromatográfico obtido por análise de GC-MS (cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas) para o extrato da entrecasca da espécie *C. rubra*. Pico 1: Campesterol (TR: 16.46); Pico 2: Estigmasterol (TR: 17.02); Pico 3: β -sitosterol (TR: 17.72); Pico 4: β -amirina (TR: 17.89); Pico 5: Taraxasterol (TR: 18.01); Pico 6: Lupeol (TR: 18.89); Pico 7: Acetato de β -amirina (TR: 19.67); Pico 8: Acetato de Lupeol (TR: 20.74).



A β -amirina, o lupeol e os derivados acetatos de ambos (acetato de β -amirina e acetado de lupeol) são compostos majoritários do extrato bruto da entrecasca da *C. rubra*.

Silva et al. (2021) relatou a presença da β -amirina no extrato metanólico da entrecasca da *C. rubra*. Segundo Aragão (2008), tanto a β -amirina quanto o acetato de β -amirina possuem atividades sedativas, ansiolíticas, antidepressivas e anticonvulsivante.

Janovik et al. (2012a) analisando o extrato aquoso da entrecasca da *Cariniana domestica* (Mart.) Miers detectaram como compostos majoritários do extrato a β -amirina e o lupeol. O lupeol e seu acetato são comprovadamente utilizados como anti-inflamatórios, que agem diretamente no cérebro, induzindo a neuroproteção (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2019; LUCETTI et al., 2010; WANG et al., 2016).

5.3 Teor de fenólicos, flavonoides, taninos e avaliação da atividade antioxidante

A Tabela 4 traz a quantificação do teor de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos e avaliação da atividade antioxidante (expresso em termos de IC_{50}) do extrato da entrecasca da *C. rubra*, obtido via soxhlet e do padrão rutina. Os valores representam a média seguida do desvio padrão (média \pm desvio padrão).

Tabela 4 – Quantificação do teor de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos e avaliação da atividade antioxidante do extrato da entrecasca da *C. rubra* obtido via soxhlet.

Quantificação	Extrato	Rutina
Fenólicos Totais (mg EAG/g)	47,24 \pm 0,29	-
Flavonoides Totais (mg ER/g)	58,25 \pm 0,23	-
Taninos (mg EAG/g)	40,32 \pm 1,44	-
DPPH IC_{50} (μ g/ml)	25,43 \pm 0,34 ^a	24,53 \pm 0,47 ^a

Valores seguidos pela mesma letra indicam semelhanças significativas na mesma linha ($p < 0,05$, ANOVA seguido por teste de Tukey).

Dentre as quantificações apresentadas, pode-se observar que o teor de flavonoides totais obteve maior destaque ($58,25 \pm 0,23$ mg ER/g), em seguida o teor de fenólicos ($47,24 \pm 0,29$ mg EAG/g) e taninos ($40,32 \pm 1,44$ mg EAG/g). A atividade antioxidante do extrato da entrecasca da *C. rubra* é equivalente à atividade antioxidante do padrão rutina, e quanto maior o consumo de DPPH por uma amostra, menor será a sua IC_{50} , e maior será sua atividade sequestradora (SOUSA et al., 2007). Essas concentrações indicam que a *C. rubra* possui teores consideráveis de substâncias com capacidade sequestrante de radicais livres, devendo assim, ser mais investigada para um possível uso como antioxidante.

Lima Neto et al. (2015) encontraram um teor de 15,5 mg ER/g para flavonoides e $9,31 \pm 0,26$ μ g/ml para DPPH, em extrato etanólico da entrecasca; Silva et al. (2017) constataram um teor de $5,05 \pm 0,03$ mg EAG/g para fenólicos, $0,94 \pm 0,02$ mg ER/g para flavonoides e $0,44 \pm 0,16$ μ g/ml para DPPH no extrato hidraetanólico obtido por maceração da casca, com a mesma planta. Já com a espécie *C. domestica* (Mart) Miers, Janovik (2011) identificou um teor de $13,69 \pm 0,05$ mg ER/g para flavonoides e $138,2 \pm 1,85$ mg EAG/g para taninos no extrato bruto da casca da *C. domestica*. Comparando os resultados encontrados com os deste trabalho, estes são superiores, a explicação para essa diferença pode ser causada pelo método de extração via soxhlet, que é mais eficaz para extração de compostos presentes na planta, além da influência do local de coleta da amostra, já que cada região possui um tipo de solo, índice de pluviosidade, incidência de radiação solar diferentes, o altera suas propriedades químicas, físicas e biológicas.

6. CONCLUSÃO

Os compostos identificados e quantificados no extrato da entrecasca da *C. rubra* indicam um potencial farmacológico e considerável atividade antioxidante.

Existem poucos dados na literatura com a espécie em questão, o que faz dos resultados obtidos neste trabalho servirem como base para investigações futuras para, assim, comprovar e divulgar sua eficácia, mantendo um extrativismo vegetal ou plantio, conservando a espécie e ao mesmo tempo fazer uso dela como medicação.

7. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L. B. SÁ, F. N. JORGE, C. L. **Crerios teóricos para priorizar áreas de conservação da biodiversidade: Uma síntese.** 2016.
- AMORIM, E. L. C.; NASCIMENTO, J. E.; MONTEIRO, J. M.; SOBRINHO, T. J. S. P.; ARÚJO, T.; DE ALBUQUERQUE, U. P. A simple and accurate procedure for the determination of tannin and flavonoid levels and some applications in ethnobotany and ethnopharmacology. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 2, p. 88-94, 2008.
- AMORIM, E. L. C.; CASTRO, V. T. N. A.; MELO J. G.; CORRÊA, A. J. C.; SOBRINHO, T. J. S. P. Standard operating procedures (SOP) for the spectrophotometric determination of phenolic compounds contained in plant sample. In: INTECHOPEN - **Latest Research into Quality Control**. London: Isin Akyar, v. I, 2012. p. 47- 66.
- AMOROZO, M. C. M.; GELY, A.; **Uso de Plantas Medicinais por Caboclos do Baixo Amazonas.** Barcarena: PA; Museu Paraense Emílio Goeldi, 1988, 4, p. 47.
- ANDRADE C. A.; COSTA, C. K.; BORA, K.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O G.; KERBER, V. A. Determinação do conteúdo fenólico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. ex G. Don, Leguminosae-Mimosoideae. **Revista Brasileira de Farmacognosia - Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 17, n. 2, p. 231-235, 2007.
- ARAGÃO, G. F. **Efeitos dos triterpenos α - e β -amirina e de seus derivados acetilados no sistema nervoso central.** 2008. 190 f. Tese (Doutorado em Farmacologia) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.
- ARAUJO, J. M. A. **Química de alimentos: Teoria e Prática.** 4 ed. Editora UFV, Viçosa, 596 p., 2008.
- BOBANY, D. M.; PIMENTEL, M. A. P.; MARTINS, R. R. C.; NETTO, B. E. S.; TOLLA, M. S. Atividade antimicrobiana do mel de abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*) em cultivo de microrganismos do conduto auditivo de caninos domésticos (*Canis familiaris*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 441-446, 2010.

BORGES, Q. I. **Análise da expressão da anexina a1 durante processos inflamatórios agudos e infecção por *Plasmodium vivax***. 2017. 71 p. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2018.

BRAND-WILLIMS E.; CUVELIER M. E.; BERSSET C. U. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 2011. 76 p. Disponível em: < <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/511/Documentos/SNUC.pdf>>. Acesso em: 06 de março de 2022.

BREDA, M. C. **Fitoesteróis e os benefícios na prevenção de doenças: uma revisão**. 2010. 50 f. Trabalhos de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Melhoramentos, 1969.

CARTEA, M. E.; FRANCISCO, M.; SOENGAS, P.; VELASCO, P. Phenolic Compounds in Brassica Vegetables. **Molecules**, v. 16, p. 251- 280, 2011.

CHAGAS, A. C. S. Controle de parasitas utilizando extratos vegetais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.13, p.156-160, 2004.

CHAPE, S.; SPALDING, M.; JENKINS, M. **The World's Protected Areas: status, values and prospects in the 21st century**. London: UNEP-WCMC, 2008.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 3. Ed. São Paulo: Manole, 1200 p., 2009.

DE LA CRUZ, M. G. **Plantas Medicinais de Mato Grosso: a Farmacopéia Popular dos Raizeiros**. Cuiabá: Carlini & Caniato Eds. 2008. 224 p.

FAGUNDES, N. C. A; OLIVEIRA, G. L.; SOUZA, B. G. Etnobotânica de plantas medicinais utilizadas no distrito de Vista Alegre, Claro dos Poções – Minas Gerais. **Revista Fitos**, v. 11, n. 1, p. 1-118, 2017.

FAUSTINO, A. R. C. **Preparação de novos triterpenóides semi-sintéticos**. 2015. 80 p. Dissertação (Mestrado em Farmácia) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, Portugal, 2015.

FERNANDES, G. W.; PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SCARIOT, A.; AGUIAR, L. M. S.; FERREIRA, G.; MACHADO, R.; FERREIRA, M. E.; DINIZ, S.; PINHEIRO, R. T.; COSTA, J. A. S.; DIRZO, R.; MUNIZ, F. **Cerrado: em busca de soluções sustentáveis**. Rio de Janeiro: Vozes, 2016.

FILHO, A. C. P. M.; FILHO, J. G. O.; CHRISTOFOLIC, M.; CASTRO, C. F. S. Atividade Antioxidante, Conteúdo de Fenólicos Totais, Carotenoides e Provitamina A em Extratos Vegetais do Cerrado Goiano. **Uniciências**, v. 22, n. 1, p. 28-32, 2018.

FRAGA, W. R. **Morcegos (quirópteros) e sua participação no processo epidemiológico da histoplasmose no Centro de Pesquisa Canguçu, Pium-TO, Brasil**. 2017. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) - Universidade Federal do Tocantins – Campus Palmas, 2017.

FRAZEN, D. C.; MENDOZA, Z.; BORGES, P.; MADI, J. P.; BORGES, D. ESTUDO das propriedades físicas e químicas de madeiras provenientes de espécies nativas da amazônia legal. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15 n. 27, p. 2018.

GESISKY, J. Desmatamento no Cerrado faz desaparecer plantas usadas há séculos pela medicina popular. **WWF-Brasil**, 2017. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?58322/Desmatamento-no-Cerrado-faz-desaparecer-plantas-usadas-h-sculos-pela-medicina-popular>. Acesso em: 29 jun. 2022.

GOLDEMBERG, J.; BARBOSA, L. M. A legislação ambiental no Brasil e em São Paulo. **Revista Eco** 21, n. 96, 2004.

GULÇIN, I. Antioxidant activity of food constituents: an overview. **Archives of Toxicology**, v. 86, n. 3, p. 345-391, 2012.

HOGAN, D. J. **População e Meio Ambiente: a emergência de um novo campo de estudos**. In: HOGAN D. J. (Org.) *Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro*. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo, p.13-49, 2007.

HOMMA, A. K. O. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, 2012.

IBAMA - Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis. **Histórico**. Disponível em:<<http://www.ibama.gov.br/aceso-a-informacao/historico>>. Acesso em: 01 de junho de 2022.

IBGE, (Brasil). **Mapa de Biomas do Brasil: Primeira Aproximação**. 2004. Mapa. Escala 1:5000000. Disponível em: https://geofpt.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/biomas_5000mil.pdf. Acesso em: 01 dez. 2021.

JANOVIK V.; BOLIGON A. A.; ATHAYDE, M. L.; Antioxidant activities and HPLC/DAD Analysis of Phenolics and Carotenoids from the Barks of *Cariniana domestica* (Mart.) Miers. **Research Journal of Phytochemistry**, v. 6, n. 4, p. 105-112, 2012a.

JANOVIK, V.; BOLIGON, A. A.; FELTRIN, A. C.; PEREIRA, D. F.; FROHLICH, J. K.; ATHAYDE, M. L. Doseamento de polifenóis, flavonóides e taninos no extrato bruto e frações de *Cariniana domestica* (Mart.) Miers. **Saúde (Santa Maria)**, v. 35, n. 2, 2009.

JANOVIK, V.; BOLIGON, A. A.; FROHLICH, J. K.; SCHWANZ, T. G.; POZZEBON, T. V.; ALVES, S. H.; ATHAYDE, M. L. Isolation and chromatographic analysis of bioactive triterpenoids from the bark extract of *Cariniana domestica* (Mart) Miers. **Natural Product Research**, v. 26, n.1, p. 66-71, 2012b.

JANOVIK, V. **Chemical evaluation and antioxidant activity of the barks and triterpenoids obtained from *Cariniana Domestica* (Mart) Miers**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

JUNIOR, M. C. S; PEREIRA, B. A. S. **100 Árvores Urbanas - Brasília: guia de campo**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2009. 280 p.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M.T.F.; SCHONGART, J.; WITTMANN, F. A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (várzeas). **Wetlands Ecology and Management**, v. 20, p. 461-475, 2012.

KAMPA, M.; ALEXAKI, V.I.; NOTAS, G.; NIFLI, A.P.; NISTIKAKI, A.; HATZOGLOU, A. Antiproliferative and apoptotic effects of selective phenolic acids on T47D human breast cancer cells: potential mechanisms of action. **Breast Cancer Research**, v. 6, n. 2, p. R63-R74, 2004.

KANIMOZHI, G.; PRASAD, N. R. Anticancer effect of caffeic acid on human cervical cancer cells. **Coffee in health and disease prevention - Academic Press**, 2015, p. 655-661, 2015.

KASOTE, D. M.; Katyare, S.; HEGDE, M. V.; BAE, H. Significance of Antioxidant Potential of Plants and its Relevance to Therapeutic Applications. **International Journal of Biological Sciences**, v. 11, n. 8, p. 982-991, 2015.

KERNAGHAN, G.; HARPER, K. A. Community structure of ectomycorrhizal fungi across an alpine/subalpine ecotone. **Ecography**, v. 24, p. 181-188, 2001.

LÁSZLÓ, F. As florestas e as plantas medicinais e aromáticas. **Revista Ecológico**, 2020. Disponível em: <http://revistaecologico.com.br/sou-ecologico/as-florestas-e-as-plantas-medicinais-e-aromaticas/>. Acesso em: 29 jun. 2022.

LEITE, Y. F. C.; PINHEIRO, R. T.; BRAGA, E. M. Prevalência de Hemosporídeos em três localidades do Estado do Tocantins, Brasil. **Ornithologia**, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2013.

LIMA E.; SOUSA FILHO, P. T.; BASTIDA J.; SCHMEDA-HIRSCHMANN G. Saponinas from *Cariniana Rubra* (Lecythidaceae). **Boletín de la Sociedad Chilena de Química**, v. 47, n. 4, p. 25-28, 2002.

LIMA, L. B. **Diversidade de abelhas nas margens do rio Javaés na região da RPPN - Canguçu, Pium-TO: Ecótono Amazônia/Cerrado**. 2021. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas.

LIMA NETO, G. A.; KAFFASHI, S.; LUIZ, W. T.; FERREIRA, W. R.; DIAS DA SILVA, Y. S. A.; PAZIN, G. V.; VIOLANTE, I. M. P. Quantificação de metabólitos secundários e avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de algumas plantas selecionadas do Cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 1069-1077, 2015.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2016. 384 p.

LUCETTI, D.; LUCETTI, E.; BANDEIRA, M.; VERAS, H.; SILVA, A.; LEAL, L.; LOPES, A.; ALVES, V.; SILVA, G.; BRITO, G.; VIANA, G. B., 2010. Anti-inflammatory effects and possible mechanism of action of lupeol acetate isolated from *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel. **Journal Of Inflammation (Lond)**, n. 7, p. 1-60, 2010.

LUZIA, D. M. M. Evaluating of the activity antioxidant and fatty acids profile of lychee seeds (*Litchi chinensis* Sonn.). **Nutrition & Food Science**, v. 41, p. 261-267, 2012.

MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; JÚNIOR, V. F. V.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção de Viena e Protocolo de Montreal, 2015**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/protecao-da-camada-de-ozonio/convencao-de-viena-e-protocolo-de-montreal>>. Acesso em: 01 de junho de 2022.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mapeamento da cobertura vegetal do bioma cerrado, relatório final**. Ministério do Meio Ambiente, Edital Probio 02/2004. Projeto Executivo B.02.02.109. Relatório Final, Brasília, 2007.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **ICMBio. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1. ed., Brasília, DF, 2018. 492 p. v. 1.

MARIMON, B. S.; DE S. LIMA, E.; DUARTE, T. G.; CHIEREGATTO, L. C.; RATTER, J. A. Observations on the Vegetation of Northeastern Mato Grosso, Brazil. Iv. An Analysis of the Cerrado-Amazonian Forest Ecotone. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 63, 2006.

MARQUES, E. Q. **Redefinindo os limites Amazônia-Cerrado no Brasil: quanto e o que estamos perdendo?** 2016. 34 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, 2016.

MATRICARDI, E. A. T.; SKOLE, D. L.; PEDLOWSKI, M. A.; CHOMENTOWSKI, K. Assessment of forest disturbances by selective logging and forest fires in the Brazilian Amazon using Landsat data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 34, n. 4, p. 1057-1086, 2013.

MILAN, E; MORO, R. S. O conceito biogeográfico de ecótono. **Terra Plural**, v. 10, n. 1, p. 75-88, 2016.

OLIVEIRA-JUNIOR, M. S.; PEREIRA, E. P.; AMORIM, V. C. M.; REIS, L. T. C.; NASCIMENTO, R. P.; SILVA, V. D. A.; COSTA, S. L. Lupeol inhibits LPS-induced neuroinflammation in cerebellar cultures and induces neuroprotection associated to the modulation of astrocyte response and expression of neurotrophic and inflammatory factors. **International Journal of Immunopharmacology**, v. 70, p. 302-312, 2019.

PACHECO, L. S.; MARCOLIN, E.; MOURA, J. D.; MARRONI, P. A. N.; SAFFI, J.; RICHTER, M. F. Aplicação de uma metodologia de HPCL para avaliação do potencial antioxidante in vitro da planta *Croton cajucara* Benth a base da Xantina Oxidase. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, n. 5, 2016.

PAIVA, L. B.; GOLDBECK, R.; SANTOS, W. D.; SQUINA, F. M. Ferulic acid and derivatives: molecules with potential application in the pharmaceutical field. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 49, n. 3, p. 395-411, 2013.

PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; SILVA, C. H. T. P.; NASCIMENTO, J. E.; MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; AMORIM, E. L. C. Validação de metodologia espectrofotométrica para quantificação dos flavonóides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steude. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas - Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 44, n. 4, 2008.

PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; CASTRO, V. T. N. A; SARAIVA, A. M.; ALMEIDA, D. M.; TAVARES, E. A.; AMORIM, E. L. C. Phenolic content and antioxidant capacity of four *Cnidocolus* species (Euphorbiaceae) used as ethnopharmacologicals in Caatinga, Brazil. **African Journal Of Pharmacy And Pharmacology**, v. 5, n. 20, p. 2310- 2316, 2011.

PINHEIRO, R. T.; DORNAS, T. Distribuição e conservação das aves na região do Cantão, Tocantins: ecótono Amazônia/Cerrado. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 1, p. 187-205, 2009.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G; MOURA, R. D. Espécies arbóreas de uso múltiplo e sua importância na conservação da biodiversidade nas áreas verdes urbanas de Palmas, Tocantins. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 49, p. 264-282, 2018.

POTT, C. M; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados [online]**, v. 31, n. 89, pp. 271-283, 2017.

PRANCE, G. T.; **Out of the Amazon**. HMSO: London, 1992, p. 83.

RATTER; J. A. **Transitions between cerrado and forest vegetation in Brazil**. In: Furley PA, Proctor J, Ratter JA. (eds.) *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. London, Chapman & Hall. p. 417-429, 1992.

RIBEIRO, M.; CATENACCI, F. S.; SMITH, N. P.; CABELLO, N. B. ***Lecythidaceae in Flora do Brasil 2020 em construção***. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB8541>>. Acesso em: 13 de setembro de 2021.

RIBEIRO, N. N. **Cangutour 360°: inovação tecnológica aplicada na divulgação da reserva particular do patrimônio natural (RPPN) Canguçu**. 2020. 71 p. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) - PROFNIT, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2020.

ROCHA, D. F. A.; SANTOS, A. L. V.; FREITAS, B. Q. MUNICÍPIOS do Araguaia que possuem programas do uso racional de plantas medicinais. **Revista Eletrônica Interdisciplinar Barra do Garça-MT**, v. 12, 2020.

SANTOS, D. S.; RODRIGUES, M. M. F. Atividades farmacológicas dos flavonoides: um estudo de revisão. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 7, n. 3, p. 29-35, 2017.

SANTOS, E. N.; LIMA, J. C. S.; NOLDIN, V. F.; CECHINEL-FILHO, V.; RAO, V. S. N.; LIMA, E. F.; SCHMEDA-HIRSCHMANN, G.; SOUSA Jr., P. T.; MARTINS, D. T. O. Anti-inflammatory, antinociceptive, and antipyretic effects of methanol extract of *Cariniana rubra* stem bark in animal models. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 2, p. 557-566, 2011.

SEPLAN. **Atlas do Tocantins, subsídios ao planejamento à gestão territorial**, 5º ed. Palmas: Secretária de Planejamento do Estado do Tocantins, 2008.

SARAIVA, L. C. F.; MAIA, W. M. N.; LEAL, F. R.; FILHO, A. L. M. M.; FEITOSA, C. M. Triagem fitoquímica das folhas de Moringa oleífera. **Boletim Informativo Geum**, v. 9, n. 2, p. 12-19, 2018.

SILVA, A. C. O.; LIMA, R. A. Identificação das classes de metabólitos secundários no extrato etanólico dos frutos e folhas de *Eugenia uniflora* L. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 381-388, 2016.

SILVA, D. N. P. B. **Avaliação do mecanismo de ação anti-inflamatória do extrato metanólico e fração hexânica de *Cariniana rubra* Gardner ex miers**. 2014. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde, Área de Farmacologia) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

SILVA, D. N. P. B.; ADRIANA, F.; MARTINS, D. T. O.; BORGES, Q. I.; LINDOTE, M. V. N.; ZORATTI, M. T. R.; OLIVEIRA, R. G.; TORQUATO, H. F. V.; GAZONI, V. F.; COSTA, L. A. M. A. D.; SOUZA, E. C. A.; SILVA, F. M. A. D.; ARUNACHALAM, K.; DAMAZO, A. S. Methanolic extract of *Cariniana rubra* Gardner ex Miers stem bark negatively regulate the leukocyte migration and TNF- α and up-regulate the annexin-A1 expression. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 270, p. 113778, 2021.

SILVA, J. S.; GUARIM NETO, G. O uso de recursos vegetais com fins medicinais por moradores de bairros da zona oeste de Cuiabá - MT, Brasil. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 9 - 22, 2012.

SILVA, L. I.; KARUPPUSAMY, A.; MIYAJIMA, F.; VIOLANTE, I. M. P.; BIESKI, I. G. C.; BALOGUN, S. O.; MARTINS, D. T. O. Antimicrobial and antioxidant activities of selected plants used by populations from juruena valley, Legal Amazon, Brazil. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 9, n. 5, p. 179-191, 2017.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.

SILVA, N. L. A.; MIRANDA, F. A. A.; CONCEIÇÃO, G. M. Triagem Fitoquímica de Plantas de Cerrado, da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Scientia Plena**, v. 6, n. 2, 2010.

- SIMÕES, C. M. O., SCHENKEL, E. P., MELLO, J. C. P., MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: Do Produto Natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- SOARES, I. M.; RIBEIRO, M.F., COSTA, O. J.; SOUSA, E. E.; AGUIAR, A. A.; BARBOSA, R. S.; ALVIM, T. C.; ASCÊNCIO, S. D.; AGUIAR, R. W. S. Application of a degreasing process and sequential ultrasound-assisted extraction to obtain phenolic compounds and elucidate of the potential antioxidant of *Siparuna guianensis* Aublet. **Journal of medicinal plant research**, v. 11, n. 1, p. 357-366, 2017.
- SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA, JR.; GERARDO, M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S. e CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**. v. 30, p. 351-355. 2007
- TEE-NGAM, P.; NUNANT, N.; RATTANARAT, P.; SIANGPROH, W.; CHAILAPAKUL, O. Simple and rapid determination of ferulic acid levels in food and cosmetic samples using paper-based platforms. **Sensors**, v. 13, n. 10, p. 13039-13053, 2013.
- TOCANTINS. **Guia Turístico Tocantins: Ecológico, Histórico e Cultural – Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, (Série Guias Empresa das Artes de Turismo no Brasil), 2011.
- UFT. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. **Relatório de Atividades e Investimentos no Centro de Pesquisa Cangaçu (CPC)/UFT no Biênio**. Palmas: UFT, 2012.
- VALDÉS, L. L. M.; SANTOS, B. T.; OLIVET, E. S.; PAREDES, L. E. P.; HERNÁNDEZ, Y. B.; GONZÁLEZ A. O.; GONZÁLEZ, G. S. Determination of saponins and others secondary metabolites in aqueous extracts of *Sapindus saponaria* L. (Jaboncillo). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 20, n. 1, p. 106-116, 2015.
- VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 16 p., 2010.
- WANG, X.; DUBOIS, R.; YOUNG, C.; LIEN, E. J.; ADAMS, J. D. Heteromeles arbutifolia, a traditional treatment for alzheimer's disease, phytochemistry and safety. **Medicines**, v. 3, n. 3, p. 1-17, 2016.

WINTHER, J. R. C. **Evolução histórica da legislação ambiental brasileira.** In: MENDONÇA, P. R. Educação Ambiental, 2002 Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/ealegal.pdf>>. Acesso em: 01 de junho de 2022.

YARIBEYGI, H.; ATKIN, S. L. e SAHEBKAR, A. A review of the molecular mechanisms of hyperglycemia-induced free radical generation leading to oxidative stress. **Journal of Cellular Physiology**, v. 234, n. 2, p. 1300-1312, 2019.

YOO, H.; KU, S. K.; BAEK, Y. D.; BAE, J. S. Anti-inflammatory effects of rutin on HMGB1-induced inflammatory responses in vitro and in vivo. **Inflammation Research**, v. 63, n. 3, p. 197-206, 2014.

ZDUŃSKA, K.; DANA, A.; KOŁODZIEJCZAK, A.; ROTSZTEJN, H. Antioxidant properties of ferulic acid and its possible application. **Skin Pharmacology and Physiology**, v. 31, n. 6, p. 332-336, 2018.