INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALAGOAS - *CAMPUS* MACEIÓ

LICENCIATURA EM QUÍMICA

SIMONE PAES BASTOS FRANCO

ANÁLISE DO PERFIL FITOQUÍMICO E DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DE *Cecropia pachystachya* T.

Maceió

2024

SIMONE PAES BASTOS FRANCO

ANÁLISE DO PERFIL FITOQUÍMICO E DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DE *Cecropia pachystachya* T.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAL – Campus Maceió, como requisito para a obtenção do título de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Dr. Jonas dos Santos Sousa

Coorientador: Profª. Drª. Salvana Priscylla Manso Costa

Maceió

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
***Campus* Maceió**
Biblioteca Benevides Monte

615.321
F825a Franco, Simone Paes Bastos.

Análise do perfil fitoquímico e da atividade antioxidante do extrato etanólico das folhas de *Cecropia pachystachya T.* [recurso eletrônico] / Simone Paes Bastos Franco. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 605 KB). – 2024.

Trabalho com 37 f.
Inclui figuras (coloridas) e tabelas.
Inclui referências.
Orientação: Prof. Dr. Jonas dos Santos Sousa.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Maceió, Maceió, 2024.

1. Química. 2. Atividade farmacológica. 3. Plantas medicinais. 4. Embaúba. 5. Metabólitos secundários. I. Título.

Franciane Monick Gomes de França
Bibliotecária – CRB 4/1831

SIMONE PAES BASTOS FRANCO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFAL – Campus Maceió, como requisito para a obtenção do título de Licenciatura em Química.

Aprovado em: 24/07/2024

Orientador:

Documento assinado digitalmente
JONAS DOS SANTOS SOUSA
Data: 29/08/2024 01:27:39-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Dr. Jonas dos Santos Sousa - IFAL / Campus Maceió

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
JOAO VICTOR LESSA DE OLIVEIRA
Data: 29/08/2024 13:37:56-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Msc. João Victor Lessa de Oliveira - UFAL / Campus Maceió

Documento assinado digitalmente
ARTHUR LUY TAVARES FERREIRA BORGES
Data: 29/08/2024 07:52:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Msc. Arthur Luy Tavares Ferreira Borges - UFAL / Campus Maceió

Maceió, AL

2024

À mainha e voinha que estão sempre olhando por mim e a quem eu quero tanto orgulhar, dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por seu imenso amor, por todas as bênçãos derramadas sobre minha vida, por ver sua mão silenciosa em cada passo dado, por me carregar em seu colo nos momentos mais difíceis em que eu não aguento o fardo. Ao mesmo tempo, sou grata pela intercessão de Nossa Senhora, minha mãe, em minha vida. Não tem como não enxergar seu manto sangrado sobre minha vida, o quanto me acolhe e me protege. Minha gratidão será eterna.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Jonas e Professora Doutora Salvana que são anjos em minha vida. Quando Deus, mesmo sendo Deus, não pode fazer algumas coisas, Ele manda os seus. Obrigada por todos os conselhos, obrigada por terem me dado tanta força durante esse caminho de pedras e, principalmente, obrigada por nunca terem deixado que eu desistisse.

Ao meu marido, Eduardo, por todo apoio e incentivo diariamente e por também não ter me deixado desistir.

À minha irmã, Raquel, por ter me incentivado mesmo sem saber. Te admiro muito, minha irmã. Foi ouvindo suas histórias de sala de aula que esse desejo brotou em meu coração. Você é minha maior inspiração.

À minha tia, Nilce, por também ter me dado tanta força.

Também não posso deixar de mencionar aqui as minhas amigas Izabela, Tatyalla, Eduarda, Simone e Mayara que sempre me apoiaram, quando chegava exausta no trabalho me ajudavam e me estimulava a continuar. Obrigada pelo apoio de vocês!

Ao IFAL por ter me aberto suas portas.

Meu muito obrigada a todos os envolvidos direta e indiretamente. Essa vitória é nossa!

RESUMO

A prática de utilizar plantas medicinais para o tratamento de doenças vem sendo passada de geração em geração desde a antiguidade. Devido seu potencial farmacológico, são alvos de vários estudos. A espécie *Cecropia pachystachya* que pertence à família Cecropiaceae e é conhecida popularmente como embaúba, pode ser citada como uma das espécies bastante estudada por suas propriedades terapêuticas já comprovadas além de seus compostos químicos. Em virtude disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade antioxidante do extrato etanólico das folhas de *Cecropia pachystachya* e quantificar seu perfil fitoquímico. Para tanto, após a obtenção do extrato etanólico bruto das folhas de *Cecropia pachystachya* que se deu por maceração, foram realizados os ensaios de quantificação de composto fenólicos pelo método de Folin-Ciocalteau e quantificação dos flavonoides através da reação com cloreto de alumínio como também foi realizada a avaliação da atividade antioxidante pelo método de captura do radical livre DPPH•. Os resultados apresentados mostraram quantificações de 686,41 mg EAG/g para compostos fenólicos e 109,34 mg EQ/g para flavonoides, respectivamente. Esses resultados foram superiores aos encontrados na literatura. E a concentração mínima que apresentou redução de 50% dos radicais livres foi de 433,70 µg/mL. De acordo com a literatura, esse resultado pode ser explicado pela quantificação de compostos bioativos presentes na espécie, como os flavonoides. Diante do exposto, foi possível concluir que *Cecropia pachystachya* pode ser considerada uma alternativa terapêutica para indústrias farmacêuticas e cosméticas.

Palavras-chave: Atividade farmacológica, Embaúba, Metabólitos secundários.

ABSTRACT

The practice of using medicinal plants to treat diseases has been passed down from generation to generation since ancient times. Due to their pharmacological potential, they have been the subject of several studies. The species *Cecropia pachystachya*, which belongs to the Cecropiaceae family and is popularly known as embaúba, can be cited as one of the most studied species due to its proven therapeutic properties as well as its chemical compounds. The aim of this study was to evaluate the antioxidant activity of the ethanolic extract of *Cecropia pachystachya* leaves and to quantify its phytochemical profile. To this end, after obtaining the crude ethanolic extract of *Cecropia pachystachya* leaves, tests were carried out to quantify phenolic compounds using the Folin-Ciocalteau method and quantify flavonoids using the reaction with aluminum chloride, as well as evaluating antioxidant activity using the DPPH free radical capture method. The results showed quantifications of 686.41 and 509.34 µg/mL for phenolic compounds and flavonoids, respectively. These results were higher than those found in the literature. And the minimum concentration that showed a 50% reduction in free radicals was 433.70 µg/mL. According to the literature, this result can be explained by the quantification of bioactive compounds present in the species. In view of the above, it was possible to conclude that *Cecropia pachystachya* can be considered a therapeutic alternative for the pharmaceutical and cosmetics industries.

Key words: Antioxidant activity, *Cecropia pachystachya*, Secondary metabolites.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Espécie *Cecropia pachystachya* 15
Figura 2. Classificação dos compostos fenólicos 17
Figura 3. Rotas metabólicas básicas envolvidas na síntese dos compostos fenólicos 17
Figura 4. Extração 21
Figura 5. Evaporação com rotaevaporador 22
Figura 6. Extrato etanólico bruto 23
Figura 7. Curva de calibração de ácido gálico 24
Figura 8. Curva de calibração de quercetina 26
Figura 9. Curva de calibração de atividade antioxidante de *Cecropia pachystachya* 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantificação dos compostos fenólicos 25
Tabela 2. Quantificação dos Flavonóides 27
Tabela 3. Percentual antioxidante 29

LISTA DE ABREVEATURAS

AAO% - Percentual de atividade antioxidante

ACE - Enzima conversora de angiotensina

CE_{50} - Concentração eficiente

CI_{50} - Concentração inibitória

CO_2 - Gás carbônico

DPPH - 2,2-difenil-picrilhidrazila

EAG - Equivalente de ácido gálico

EAT - Equivalente de ácido tânico

EQ - Equivalente de quercetina

Na_2CO_3 - Carbonato de sódio

SNC - Sistema nervoso central

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 REVISÃO DE LITERATURA 15
2.1 O GÊNERO *Cecropia* E A ESPÉCIE *Cecropia pachystachya* 15
2.2 COMPOSTOS FENÓLICOS 16
2.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE 18
3 OBJETIVOS 20
3.1 OBJETIVO GERAL 20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 20
4 MATERIAL E MÉTODOS 21
4.1 OBTENÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DE *Cecropia pachystachya* 21
4.2 QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS POR FOLIN-CIOCALTEAU 22
4.3 QUANTIFICAÇÃO DOS FLAVONOIDES 22
4.4 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DE CAPTURA DO RADICAL 2,2-DIFENIL-PICRILHIDRAZILA (DPPH) 23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 23
5.1 OBTENÇÃO DO EXTRATO BRUTO 23
5.2 QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS POR FOLIN-CIOCALTEAU 24
5.3 QUANTIFICAÇÃO DOS FLAVONOIDES 25
5.4 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE 27
6 CONCLUSÃO 29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 30

1. INTRODUÇÃO

A prática de utilizar plantas medicinais para o tratamento de doenças vem sendo passada de geração em geração desde a antiguidade. É uma prática que vem ganhando destaque devido a descoberta dos efeitos farmacológicos das espécies. Devido a essas atividades biológicas que apresentam, podem se tornar uma alternativa terapêutica no desenvolvimento de novos fármacos e produtos cosméticos com princípios ativos de origem natural. Uma atividade farmacológica muito encontrada em plantas e que pode ser utilizada em produtos para linha terapêutica como para cosméticos é a atividade antioxidante (PARISI; SILVA; CAMARGO, 2018; MESQUITA et al., 2018).

Assim como as diversas atividades farmacológicas já comprovadas em plantas medicinais, a atividade antioxidante se dá pela presença de compostos bioativos, os chamados metabólitos secundários como os compostos fenólicos e flavonoides, que são produzidos pelas espécies vegetais. Sabe-se que os metabólitos primários estão associados as funções vitais para a sobrevivência das plantas e, por muito tempo, apenas esses eram descritos até que, com o passar do tempo, foi observado que as plantas passaram a conferirem diversos potenciais terapêuticos e, através de estudos, descobriu-se que a partir de substratos do metabolismo primário é que a produção do metabolismo secundário acontecia. O que levou as plantas à essa produção não foi para a utilização no tratamento de doenças e sim para a sua proteção contra insetos, animais, outras plantas competidoras e, até mesmo, para conseguirem resistir ao clima, à falta de nutrientes, água, adaptação ao solo, dentre outros fatores (PES; ARENHARDT, 2015; SOUZA, 2015; PINTO, 2018).

Dentre as espécies vegetais citadas na literatura por serem ricas em compostos bioativos, está a *Cecropia pachystachya* que pertence à família Cecropiaceae e é conhecida popularmente como embaúba, umbaúba, imbaúba e árvore-de-preguiça. É uma árvore que apresenta cerca de 4-7 metros de altura. É bastante encontrada no bioma do Cerrado, em florestas ensolaradas. É uma árvore que dá frutos e devido ao seu crescimento rápido e resistência à seca, é bastante utilizada para reflorestamento (PARISI; SILVA; CAMARGO, 2018).

Se trata de uma espécie muito utilizada na medicina popular para o tratamento de diversas doenças como diabetes, bronquite, asma, inflamações, hipertensão, tosse, diurética e cardiotônicas (MESQUITA et al., 2018). Na literatura, teve sua ação antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana, anti-hipertensiva, cardiovascular e diurética comprovada além de também ter ação no Sistema Nervoso Central (SNC) (PARISI; SILVA; CAMARGO, 2018; MESQUITA et al., 2018; MULLER, 2016).

Dentre os metabólitos secundários encontrados na embaúba estão os compostos fenólicos, triterpenos, esteróides, flavonoides como catequinas, isovitexina, isoorientina, orientina e isoquercitrina que são mencionados na literatura em diferentes estudos como princípios ativos e a presença dessas substâncias pode ser associada com algumas atividades biológicas apresentada pela espécie. Além disso, estudos recentes mostraram a ação antioxidante dos polifenóis correlacionando o teor destes com o potencial antirradicalar. No entanto, sabe-se que além de fatores bióticos e abióticos interferirem na produção desses metabólitos pelas plantas, a extração destes também vai influenciar nessa quantificação (SABINO et al., 2021; MULLER, 2016; PINTO, 2018).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar o perfil fitoquímico e a atividade antioxidante do extrato etanólico bruto das folhas de *Cecropia pachystachya*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O gênero *Cecropia* e a espécie *C. pachystachya*

Considerada como o maior gênero de Cecropiaea, o *Cecropia* Loefl possui cerca de 100 espécies descritas que são caracterizadas como árvores muito comuns, abundantes e de rápido crescimento que podem ser encontradas em florestas tropicais e subtropicais que vai da América Central até América do Sul tendo sua proliferação, principalmente, no Brasil e Argentina além de serem árvores do tipo dioica com arbustos e hemiepífitas com filotaxia espiralada apresentando raízes aéreas ou em estacas e inflorescência (MULLER et al, 2016; TREIBER et al, 2016; PACHECO et al, 2014; SOUZA et al. 2014; MONRO, 2009; FRANCO-ROSSELLI & BERG, 1997). As árvores do gênero Cecropia são conhecidas vulgarmente como “embaúba”, “guarumbo”, “ambay”, guarumo, “trum pet tree”, “yarumo” e “torém” e seus nomes populares variam de acordo com as cores das flores (CARVAJAL & CAICEDO, 2013; CHÁVEZ et al, 2013; PELÁEZ et al, 2013; COSTA et al, 2011; CAICEDO et al, 2007). Por possuírem estruturas capaz de oferecer abrigo e alimento para as formigas, são chamadas plantas-formigas e fazem isso em troca de proteção contra inimigos naturais (GUTIÉRREZ-VALENCIA et al, 2017; OLIVEIRA et al, 2015; DEJEAN et al, 2010).

Figura 1. Espécie *Cecropia pachystachya*.

Fonte: Árvores do Brasil, 2023.

Na medicina popular, a utilização das plantas que pertencem ao gênero *Cecropia* é muito propagado e, dentre as principais espécies deste gênero que se destacam por seus efeitos

farmacológicos e seus componentes químicos, está a *Cecropia pachystachya*, muito utilizada no tratamento de doenças respiratórias, como tônico e diurética, como também tem sido citada como uso medicinal popular no tratamento de hemorragias, hipertensão, febre, tuberculose, feridas, dentre outros (MATHIAS & DE OLIVEIRA, 2019; DA SILVA et al, 2010; DE SOUZA & FELFILI, 2006; PILLA et al, 2006). Na literatura, suas propriedades farmacológicas como cardiotônicos, antiinflamatório e sedativos já foram citados bem como redutor da atividade da enzima conversora de angiotensina (ACE), melhoramento da função renal em modelos com insuficiência renal crônica e seu efeito hipoglicemiante no extrato metanólico *in vivo* que apresentou perfil semelhante ao medicamento comercializado para o tratamento de diabetes tipo 2, o metformina (GAZAL et al, 2014; MAQUIAVELI et al, 2014; ARAGÃO et al, 2010; CONSOLINI et al, 2006; LACAILLE-DUBOIS et al, 2001; PEREZ, 2001).

Na prospecção fitoquímica, as espécies do gênero Cecropia tem se destacado além de está sendo alvo de vários estudos. *Cecropia pachystachya* é uma das espécies mais citadas na literatura na descoberta de diversos componentes químicos como os flavonoides rutina, vitexina, escoparina e isoorientina que foram identificados bem como catequina, ácido clorogênico, epicatequina, isovitexina, isoquercetina, procianidina e β-sitosterol que são constituintes químicos presentes em espécies dotadas de efeitos farmacológicos já comprovados cientificamente e que podem corroborar para os mesmos (MATHIAS & DE OLOVEIRA, 2019; ORTMANN et al, 2017; DUQUE et al, 2016).

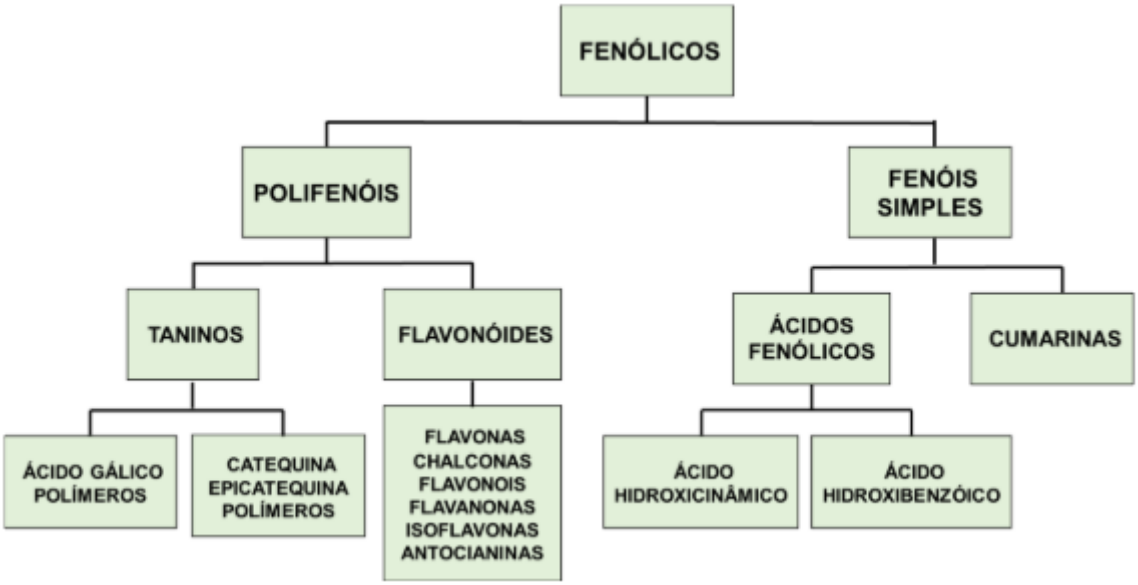
2.2 Compostos fenólicos

Ao longo da história evolutiva do vegetal houve o desenvolvimento do metabolismo secundário que, diferente dos metabólitos primários que estão diretamente ligados aos processos de crescimento da planta, os metabólitos secundários não possuem tal ligação, no entanto, apresentam um papel fundamental na sobrevivência da planta uma vez que fazem parte do mecanismo de defesa contra o estresse ambiental, seja contra plantas competidoras, contra herbívoros ou até mesmo contra micro-organismos. Dentro do amplo espectro de metabólitos secundários, existem três grandes grupos: os terpenos, os alcaloides e os compostos fenólicos (NASCIMENTO, 2016; SANTOS, 2015 OLIVEIRA et al., 2018PINTO, 2018).

O grupo dos compostos fenólicos, também conhecidos por polifenóis, apresentam-se quimicamente como substâncias compostas por um grupo fenol que é um modelo básico estrutural atrelado a um anel aromático que pode ter um ou mais grupamento hidroxilas. É um grupo bastante diversificado (Figura 1), que podem ser agrupados em função de sua estrutura química que depende da via metabólica de biossíntese justamente por apresentaram uma ampla

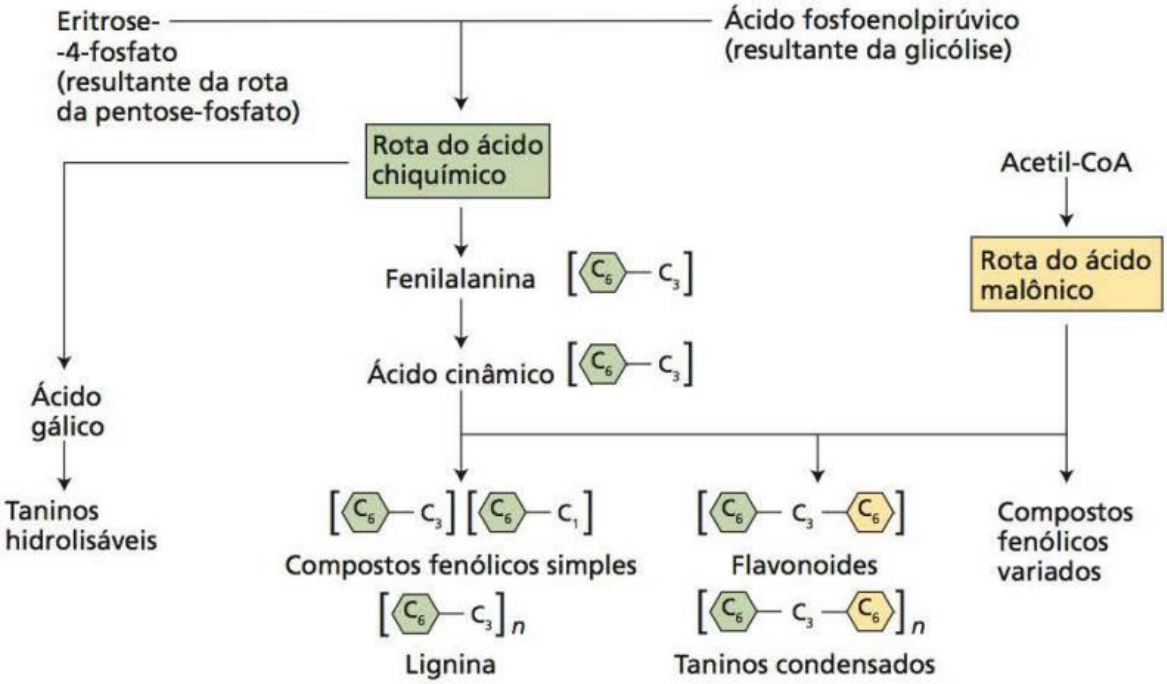
diversidade que é uma consequência de variadas rotas de sintetização (Figura 2) (OLIVEIRA et al., 2018; NASCIMENTO, 2016; PONTES, 2014).

Figura 2. Classificação dos compostos fenólicos.



Fonte: SCHAFRANNSKI, 2019.

Figura 3. Rotas metabólicas básicas envolvidas na síntese dos compostos fenólicos.



Fonte: TAIZ; ZEIGER, 2013.

Os taninos, isoflavonoides, furanocumarinas, galatotaninos hidrolisáveis, flavonoides, antocianinas dentre outros são subclasses presentes nos compostos fenólicos que vão variar em

termos de concentração de uma planta para outra, mas ambas, poderão apresentar diversas funções biológicas (SANCHA, 2015; PINTO, 2018).

Com a descoberta de que essas substâncias são produzidas com uma finalidade para a planta que teve como consequência a atribuição de inúmeras atividades farmacológicas, ou seja, são substâncias que vão funcionar como compostos biologicamente ativos, vários estudos estão sendo realizados quanto à essas propriedades farmacológicas que os compostos fenólicos são capazes de oferecer à espécie vegetal, a exemplo da atividade antioxidante (SANTOS, 2015; NASCIMENTO, 2016; PINTO, 2018).

2.3 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante é conferida pelos compostos fenólicos devido à presença dos grupamentos hidroxilas em sua estrutura aromática que tem a facilidade de fazer a doação do átomo de hidrogênio desse grupamento para que ele se ligue ao radical livre. Dessa forma, os compostos fenólicos são capazes de eliminar os radicais livres sem causar danos as estruturas uma vez que possuem em sua estrutura o anel aromático que consegue reter o elétron desemparelhado o fazendo se deslocar por todo o sistema de elétron de sua estrutura molecular (PONTES, 2014; SANCHA, 2015; BITTENCOURT, 2018).

Os antioxidantes são caracterizados por sua capacidade de retardar a velocidade da oxidação por meio de um ou mais mecanismos impossibilitando a formação de radicais livres e ainda a complexação de metais. Os compostos fenólicos possuem atividade antioxidante devido, principalmente, ao seu poder de oxido-redução fazendo com que haja absorção e neutralização de radiais livres por meio da quelação de oxigênio triplete e singlete como também na decomposição de peróxidos (CIRIACO, 2021; SCHAFRANSKI, 2019).

Na classificação dos antioxidantes, existem os que possuem atividade enzimática e aqueles que não possuem. Os antioxidantes que possuem atividade enzimática são substâncias capazes de capturar moléculas instáveis impedindo o início da oxidação enquanto que os antioxidantes que não possuem atividade enzimática são moléculas que são consumidas ao longo da reação por terem afinidade com espécies radicalares. Toda essa divisão de classes, engloba os antioxidantes de origem natural e os sintéticos (CIRIACO, 2021; SCHAFRANSKI, 2019).

Apesar do organismo ser capaz de produzir antioxidantes endógenos que combatem o excesso de radicais livres, deduz-se que possam haver falhas e com isso ocorre a formação constate de radicais livres por isso, é de suma importância para a manutenção da saúde que haja a ingestão de antioxidantes. Diversas doenças como diabetes, doenças neurodegenerativas,

câncer, doenças do coração, artrite e outros podem estar associadas aos danos provocados pelas formas reativas de oxigênio que também estão relacionados aos processos de envelhecimento do corpo (CIRIACO, 2021; SCHAFRANSKI, 2019).

3. OBJETIVOS

3.1 Objeto geral

Avaliar a atividade antioxidante do extrato etanólico das folhas de *Cecropia pachystachya* e avaliar seu perfil fitoquímico.

3.2 Objetivos específicos

Obter extrato etanólico das folhas da espécie *Cecropia pachystachya*;

Quantificar os compostos fenólicos do extrato etanólico das folhas da espécie *Cecropia pachystachya*;

Quantificar os flavonoides do extrato etanólico das folhas da espécie *Cecropia pachystachya*.

Avaliar a atividade antioxidante do extrato etanólico das folhas da espécie *Cecropia pachystachya*.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção do extrato etanólico das folhas de *Cecropia pachystachya*

As técnicas convencionais ou tradicionais de extração sólido-líquido consistem na separação de componentes solúveis, contidos numa matriz sólida, que se difundem no solvente quando este entra em contato direto com a matriz (THEODORE & RICCI, 2010; DUTTA, 2007; IGNAT et al., 2011).

Assim, o material vegetal foi coletado no município de Maceió-AL no mês de abril. Foi levada para o laboratório de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, Campus Maceió, onde foi seco em estufa a 70 °C até atingir um peso constante e foi moído para aumentar a área de superfície e promover uma boa mistura com o solvente extrator (Etanol 99%), o que facilitou o processo de obtenção dos metabólitos secundários e aumentando a velocidade de extração. Por vezes, foi sujeito previamente a processos de pré-tratamento, como a secagem, de modo a evitar a sua degradação por impurezas, microrganismos e exposição ao ar (GURIBFAKIM, 2006; DAI & MUMPER, 2010; BUCAR et al., 2013)

A técnica de extração utilizada foi a extração por maceração, que consistiu em colocar o material vegetal "seco e triturado" imerso em um solvente extrator em um recipiente, ou seja, pesou-se 250g de material vegetal e adicionou 1 litro do solvente extrator etanol 99% onde, a cada 24 horas esse material foi filtrado e adicionado mais 1 litro de solvente. Esse processo se repetiu durante 3 dias consecutivos (BUCAR et al., 2013).

Figura 4. Extração.

Dados do autor, 2024

Após a extração, todo o solvente utilizado foi removido. A técnica utilizada para essa remoção do solvente foi a evaporação através de um rotaevaporador onde a amostra é inserida em um balão de fundo redondo colocado no banho de aquecimento e, depois de inserida no frasco, a amostra passa pelo processo de rotação, sendo assim, realizada a evaporação do solvente em 60 rpm, sob baixas pressões e temperatura de 45 °C. Após evaporado, o extrato bruto da planta foi acondicionado em vidro hermeticamente fechado e armazenado em geladeira até o momento dos ensaios que seguem.

Figura 5. Evaporação com rotaevaporador.

Dados do autor, 2024.

4.2 Quantificação dos compostos fenólicos por Folin-Ciocalteau

O teor de fenóis totais da amostra foi determinado pelo método de Folin – Ciocalteau (SCHAFRANSKI, 2019; SCHERER e GODOY, 2009), com algumas adaptações para realização do teste em microplacas. Em eppendorf, foi adicionado 100 µL da solução metanólica da amostra, 500 µL da solução aquosa de Folin 1:11 (v/v) e 400 µL da solução aquosa de Na_2CO_3 (7,5%) e foi preparado um branco. Todas as soluções foram preparadas em triplicata e foram agitadas separadamente no vortex por 30 segundos. A partir destas soluções foi transferido 250 µL de cada solução para 3 compartimentos de uma placa de 96 poços, a placa foi mantida ao abrigo da luz por 2 horas e a leitura da absorbância foi a 740 nm, em um espectrofotômetro leitor de placa. Partindo desse mesmo método, foi construída uma curva de calibração com ácido gálico nas concentrações de 100, 75, 60, 45, 25, 15, 10 e 5µg/mL. Os resultados foram expressos em mg Equivalente de Ácido Gálico/g extrato seco.

4.3 Quantificação dos flavonoides

A quantificação do teor de flavonoides nas amostras foi determinada pelo método já descrito por Schafranski (2019) e Souza et al (2011), com adaptações para realização do teste

em microplacas. Foi transferido para cada poço de uma placa de 96 compartimentos, 200 µL da solução metanólica da amostra e 100 µL da solução metanólica de cloreto de alumínio (2%). A placa foi mantida em ambiente escuro por 30 minutos com leitura da absorbância a 420 nm, em um espectrofotômetro leitor de placa. Partindo desse mesmo método, foi construída uma curva de calibração com quercetina nas concentrações de 30, 25, 20, 15, 10, 5, 2,5 e 1,25 µg/mL. Os resultados foram expressos em mg EQ/g extrato seco.

4.4 Avaliação da atividade antioxidante pelo método de captura do radical 2,2-difenil-picrilhidrazila (DPPH)

Através das absorbâncias adquiridas é possível determinar o porcentual de atividade antioxidante (AAO%), que consiste basicamente na quantidade de DPPH consumido por uma determinada substância com ação antioxidante na captura do radial e/ou porcentagem de DPPH remanescente no meio reacional. Desta forma, também pode ser avaliada concentração eficiente (CE_{50}), também chamada de concentração inibitória (CI_{50}), onde quanto maior for o consumo de DPPH por uma amostra, menor será o resultado do CE_{50} e maior o seu potencial antioxidante (RODRIGUES et al., 2011).

O teste quantitativo foi realizado segundo metodologia descrita por Mensor et al (2001). A partir de 100µg/mL foram preparadas as soluções para a leitura, que para cada concentração analisada foi retirado uma alíquota de 2,5 mL adicionado 1,0 mL da solução etanólica de DPPH a 0,3 mM. Para o preparo do branco, foi adicionado em cada vidro âmbar 2,5 mL da solução teste e 1,0 mL de ETOH 99%. Para o preparo da amostra negativa foi adicionado uma alíquota de 2,5 mL de ETOH 99 % e 1,0 mL da solução etanólica de DPPH. Todas as soluções foram preparadas em triplicata.

O teste foi realizado com um auxílio de um espectrofotômetro UV-VIS com um comprimento de onda de 518 nm, no qual foi realizado a leitura das soluções e assim a obtenção das absorbâncias, que foram convertidas em potencial antioxidante.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Obtenção do extrato bruto

Como mostra a Figura 6, o extrato apresentou-se bem denso após a secagem, coloração verde musgo devido à clorofila presente nas folhas da espécie além de apresentar aroma bastante característico de *Cecropia pachystachya*.

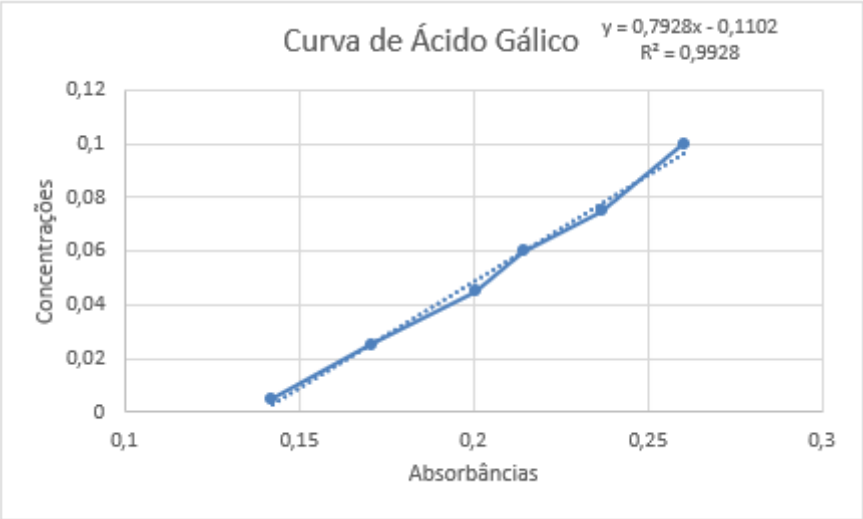
Figura 6. Extrato etanólico bruto

Fonte: Autor, 2024.

5.2 Quantificação dos compostos fenólicos por Folin-Ciocalteau

A partir da obtenção do extrato etanólico bruto das folhas de *Cecropia pachystachya*, foi realizada a quantificação do teor de compostos fenólicos. A princípio foi obtida uma curva de calibração do padrão ácido gálico que apresentou um coeficiente de determinação de R^2 = 0,9928, como mostra a Figura 7 e a partir da equação da reta, foram obtidas as concentrações das absorbâncias, resultando na quantificação de compostos fenólicos dado em miligrama equivalente de ácido gálico por grama do extrato como mostrado na Tabela 1.

Figura 7. Curva de calibração do ácido gálico.



Fonte: Autor, 2024.

Tabela 1. Quantificação dos compostos fenólicos.

AMOSTRA	QUANTIFICAÇÃO (mg EAG/g)
Extrato etanólico das folhas de *Cecropia pachystachys*	686,41

Fonte: Autor, 2024.

Em um estudo realizado com o óleo das folhas de *Cecropia pachystachya* extraído com CO_2 supercrítico de diferentes modos alterando a pressão e a temperatura. Nessa pesquisa os resultados apresentados para a quantificação dos compostos fenólicos, variaram entre 61,07 e 72,37 mg EAG/g do óleo (HOSCHEID et al., 2020). Isso mostra que apesar dos autores terem realizado algumas variações no método de extração, não foi tão eficiente para obter uma boa quantificação desses compostos como foi com a presente pesquisa.

Enquanto que nos extratos glicólicos das folhas de *Cecropia pachystachya* Freitas e colaboradores (2022) obtiveram quantificações que variaram entre 189,95 e 249,16 mg EAT (equivalente de ácido tânico)/g do extrato.

Duque e colaboradores (2016) realizaram a quantificação dos compostos fenólicos em um gel que foi produzido utilizando as folhas de *Cecropia pachystachya*. Os resultados foram expressos em miligrama equivalente de ácido tânico e a concentração foi de 561,20 mg. Um resultado próximo ao encontrado no presente trabalho.

No extrato metanólico das folhas de *Cecropia pachystachya* foram encontrados 326 mg equivalentes de ácido tânico por grama do extrato (ARAGÃO et al., 2010). É possível perceber que todos os resultados encontrados na literatura foram quantificações inferiores as concentrações encontradas no presente trabalho.

Diversos são os fatores que podem influenciar na produção desses metabólitos secundários pela planta como o local de plantação devido ao compartilhamento de nutrientes com outras espécies como as chamadas plantas daninhas, absorção de água, o clima, insetos, dentre outros, ou seja, são os fatores bióticos e abióticos que influenciam na produção desses compostos pelas plantas. No entanto, existem os fatores que influenciam na extração desses metabólitos como o solvente extrator de escolha, o método de extração, a utilização de equipamentos para a realização da extração como banho ultrassônico, por exemplo (PINTO, 2018; OLIVEIRA, 2016; PEREIRA, 2016; PES; ARENHARDT, 2015).

A literatura corrobora com os resultados apresentados neste trabalho para a quantificação de compostos fenólicos terem sido superiores aos resultados apresentados na literatura. Foi possível perceber diversos fatores que influenciam nesses resultados como o

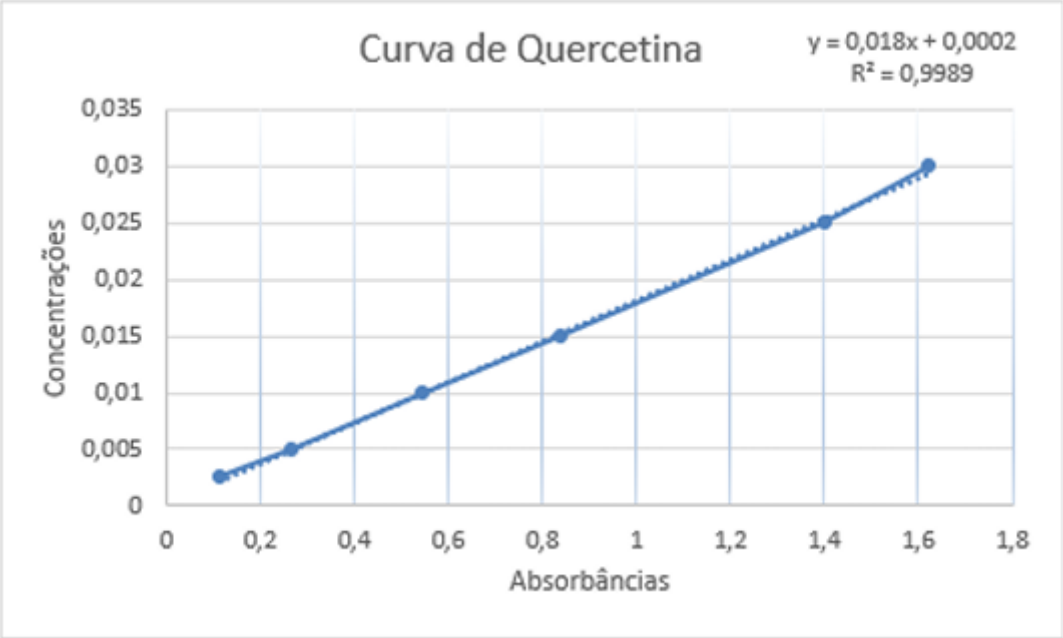
solvente extrator em Aragão e colaboradores (2010) utilizaram metanol enquanto que Freitas e colaboradores (2022) obtiveram extrato glicólico e neste trabalho foi obtido extrato etanólico, o tipo de amostra testada no trabalho de Duque e colaboradores (2016) foi um gel produzido a partir das folhas de *Cecropia pachystachya* enquanto que este trabalho a quantificação dos compostos fenólicos foi realizada no extrato bruto da mesma espécie, já na pesquisa de Hoscheide e colaboradores (2020) além da amostra ter sido diferente (os autores utilizaram o óleo das folhas) a extração desse óleo foi realizado através de CO_2 supercrítico e alterando a pressão e temperatura do método.

5.3 Quantificação dos flavonoides

Os flavonoides são um grupo de compostos químicos que fazem parte dos compostos fenólicos. Já foram identificados diversos compostos e muitos estudos o associa com a atividade antioxidante por serem capazes de capturar os radicais livres. Devido a isso, diversas pesquisas são voltadas à quantificação e identificação destes (TOHIDI et al., 2017; ULLAH et al., 2020).

Na avaliação do teor de flavonoides do extrato foi obtida a curva de calibração do padrão quercetina para flavonoides, onde apresentou um coeficiente de determinação de R^2 = 0,9989 como mostra a Figura 8 e a partir da equação da reta, foram obtidas as concentrações das absorbâncias, resultando na quantificação de flavonoides dado em miligrama equivalente de quercetina por grama do extrato como mostrado na Tabela 2.

Figura 8. Curva de calibração de quercetina.



Fonte: Autor, 2024.

Tabela 2. Quantificação dos Flavonoides.

AMOSTRA	QUANTIFICAÇÃO (mg EQ/g)
Extrato etanólico das folhas de *Cecropia pachystachys*	109,34

Fonte: Autor, 2024.

Em um estudo realizado com o resultado obtido para quantificação de flavonoides foi de 6,25 mg EQ/g de extrato (PEREIRA et al., 2020). Essa diferença entre a quantificação do presente trabalho e a quantificação encontrada na literatura pode estar relacionada ao método de extração, ou seja, pode ser que a extração tenha tido influência na obtenção desses compostos visto que o presente trabalho extraiu os componentes por maceração e o trabalho dos autores citados realizou a extração por infusão. O que mais pode ter influenciado na quantificação obtida no presente trabalho foi o solvente extrator que foi utilizado o orgânico, diferente do trabalho de Pereira e colaboradores (2020) que utilizaram água.

Já dos extratos glicólicos das folhas de *Cecropia pachystachya* os autores obtiveram quantificações que variaram entre 8,80 e 14,18 mg EQ/g do extrato (FREITAS et al., 2022).

Outros autores realizaram a quantificação dos compostos fenólicos em um gel que foi produzido utilizando as folhas de *Cecropia pachystachya*. Os resultados foram expressos em miligrama equivalente de rutina por grama da amostra e a concentração foi de 65 mg (DUQUE et al., 2016).

No extrato metanólico das folhas de *Cecropia pachystachya* foram encontrados 83 mg ER/g (ARAGÃO et al., 2010).

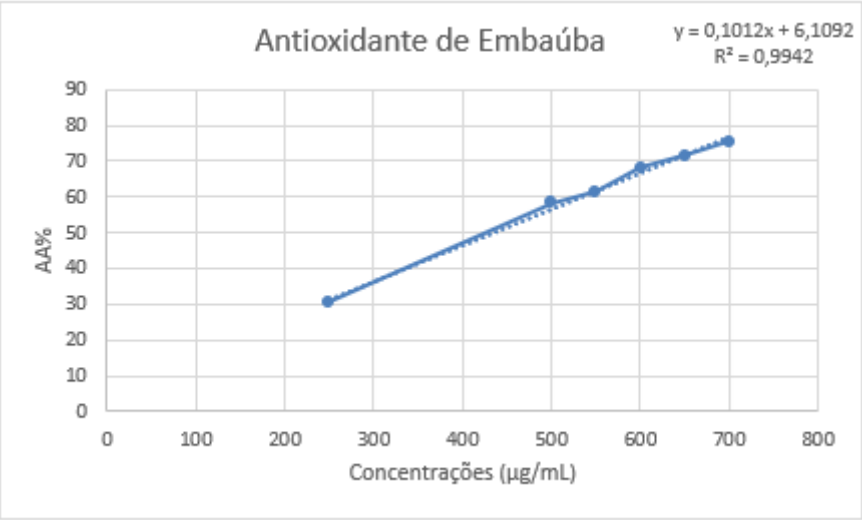
Esses resultados da quantificação dos flavonoides são reflexos dos resultados apresentados na quantificação dos compostos fenólicos pois, os flavonoides são uma classe que compõe o grande grupo dos compostos fenólicos (SANCHA, 2015; PINTO, 2018). Isso pode ser uma justificativa dos resultados encontrados na literatura para a quantificação dos flavonoides também terem sido menores já que para a quantificação dos compostos fenólicos, os resultados desses mesmos autores foram inferiores.

5.4 Avaliação da atividade antioxidante

Através do método de captura do radical livre DPPH obteve-se, a partir das absorbâncias em espectrofotômetro, um coeficiente de determinação de R^2 = 0,99 e equação da reta. como

mostra a Figura 9, logo após, foram realizadas as conversões destas em potencial antioxidante e foi possível observar que a espécie *Cecropia pachystachya* apresentou poder de redução do radical livre DPPH em 50% na concentração de 433,70µg/mL como mostra a Tabela 3.

Figura 9. Determinação de IC50 para atividade antioxidante de *Cecropia pachystachya*.



Fonte: Autor, 2024.

Tabela 3. Percentual antioxidante

CONCENTRAÇÕES DA *Cecropia pachystachya* (µg/mL)	**AAO%**	**IC_{50} (µg/mL)**
700	75,47 ± 0,017	433,70
650	71,53 ± 0,020	
600	68,16 ± 0,006	
550	61,50 ± 0,022	
500	58,32 ± 0,014	
250	30,50 ± 0,040	

Fonte: Autor, 2024.

Em um estudo realizado com o óleo das folhas de *Cecropia pachystachya* extraído com CO_2 supercrítico de diferentes modos alterando a pressão e a temperatura. Nessa pesquisa os resultados de IC_{50} apresentados, ou seja, as concentrações em que foi obtido 50% de atividade antioxidante variaram entre 196,39 e 359,23 µg/mL (HOSCHEID et al., 2020). Sendo uma concentração menor que a concentração encontrada no presente estudo.

Outro estudo também apresentou uma concentração de IC_{50} baixa, de 62,17 µg/mL para o extrato aquoso das folhas de *Cecropia pachystachya* (PEREIRA et al, 2020).

No extrato metanólico das folhas de *Cecropia pachystachya* foi encontrado um IC_{50} na concentração de 3,1 µg/mL (ARAGÃO et al., 2010).

Assim como diversas outras atividades biológicas das plantas, a atividade antioxidante está intimamente ligada à presença dos compostos bioativos pois estes são capazes de eliminar os radicais livres pela doação de átomos de hidrogênio, elétrons ou cátions metálicos. Essa interação dos compostos fenólicos com os radicais livres se deve à sua estrutura, em especial, ao número de grupamento hidroxilas, suas posições e à natureza das substituições nos anéis aromáticos (VERRUCK et al., 2018).

Portanto, os resultados apresentados no percentual antioxidante dessa espécie podem estar relacionados com a quantificação encontrada para os compostos fenólicos e flavonoides que, nas espécies vegetais, são os responsáveis por conferirem as diversas atividades biológicas das plantas. Além disso, na literatura foi encontrada a relação da atividade antioxidante em comparação com os flavonoides rutina e quercetina (ARAGÃO et al., 2010).

6. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados mostraram que a espécie *Cecropia pachystachya* pode ser considerada uma alternativa terapêutica pois apresentou uma quantificação de compostos fenólicos bem como de flavonoides superiores às quantificações encontradas na literatura ressaltando principalmente os resultados apresentados para os fenóis que foi de 60% dentre os constituintes químicos presentes na espécie dos quais são metabólitos que estão intrinsecamente ligados a diversos efeitos farmacológicos corroborando, dessa forma, com os resultados encontrados para a atividade antioxidante que foi capaz de reduzir os radicais livres em 50% na concentração de 433,70µg/mL.

Diante disso, esse trabalho pode ser um incentivo a demais pesquisadores da área para avaliar outras propriedades farmacológicas desta espécie tendo em vista às quantificações dos componentes químicos apresentadas como também pode contribuir para as indústrias farmacêutica e de cosméticos que tenham o objetivo de produzir seus insumos a partir de plantas medicinais.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, D. M. O., GUARIZE, L., LANINI, J., COSTA, J. C. et al. Hypoglycemic effects of *Cecropia pachystachya* in normal and alloxan-induced diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 128, p. 629-633, 2010.

BITTENCOURT, J. A. **Nutrição e saúde:** como fazer escolhas sensatas em dieta e nutrição. 6 ed. São José dos Campos, 2018.

BUCAR, F., WUBE, A. & SCHMID, M. Natural product isolation: how to get from biological material to pure compounds. **Natural product reports**, v. 30, n. 4, p. 525- 545, 2013.

CARVAJAL, J. E. H., CAICEDO, P. E. L. Estudio fitoquímico preliminar de *Cecropia membranácea* Trécul. Y *Cecropia metensis* Cuatrec. **Ver Cub Plantas Med**, v. 18, p. 586-595, 2013.

CHÁVEZ, J. O., VELANDA, J. R., PABÓN, M. G. Perfil neurofarmacológico de la fracción butanólica de las hojas de *Cecropia peltata* L. **Rev Colomb Ciencias Quím Farm**, v. 42, p. 244-259, 2013.

CIRIACO, A. C. A. **Determinação de capacidade antioxidante e compostos fenólicos da polpa do fruto e da farinha do caule da filha da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller)**. 2021. 54f. Dissertação (Mestrado em Olericultura) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos – Morrinhos/GO. 2021.

CONSOLINI, A. E., RAGONE, M. I., MIGLIORI, G. N., CONFORTI, P. et al. Cardiotonic and sedative effects of *Cecropia pachystachya* Mart. (ambay) on isolated rat Hearts and conscious mice. **J ethnopharmacol**, v. 106, p. 90-96, 2006.

COSTA, G. M., SCHENKEL, E. P., REGINATTO, F. H. Chemical and pharmacological aspects of the genus Cecropia. **Nat Prod Comum**, v. 6, p. 913-920, 2011.

DA SILVA, M. A., MELA, L. V., RIBEIRO, R. V., DE SOUZA, J. P. et al. Ethnobotanical survey of plants used as anti-hyperlipidemic and anorexigenic by the population of Nova Xavantina-MT, Brazil. **Braz J Pharmacogn**, v. 20, p. 549-562, 2010.

DAI, J. & MUMPER, R. J. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. **Molecules**, v. 15, p. 7313-7352, 2010.

DE SOUZA, C. D., FELFILI, J. M. The utilization of medicinal plants in the region of Alto Paraíso of Goiás, GO, Brazil. **Acta Bot Bras**, v. 20, p. 135-142, 2006.

DEJEAN, A., LEROY, C., CORBARA, B. CÉRÉGHINO, R. et al. A temporary social parasite of tropical plant-ants improves the fitness of a myrmecophyte. **Naturwissenschaften**, v. 97, p. 925-934, 2010.

DUQUE, A. P. N., PINTO, N. C. C., MENDES, R. F., SILVA, J. M. et al. *In vivo* wound healing activity of gels containing *Cecropia pachystachya* leaves. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 68, p. 128-138, 2016.

DUTTA, B. K., 2007. **Principles of mass transfer and separation process**. New Delhi: Prentice-Hall of India Pvt.Ltd.

FRANCO-ROSSELLI, P., BERG, C. C. Distributional patterns of *Cecropia* (Cecropiaceae): a panbiogeographic analysis. **Caldasia**, v. 19, p. 285-296, 1997.

FREITAS, P. H. S., CONEGUNDES, J. L. M., EVANGELISTA, M. R., ALMEIDA, M. A. et al. *Cecropia pachysrachya* Trécul: a promising ingrediente for skin-whitening cosmetics. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 58, 2022.

GAZAL, M., ORTMANN, C. F., MARTINS, F. A., STRECK, E. L. et al. Antidepressant-like effects of aqueous extract from *Cecropia pachystachya* leaves in a mouse model of chronic unpredictable stress. **Brain Res Bull**, v. 108, p. 10-17, 2014.

GURIB-FAKIM, A. Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 27, p. 1–93, 2006.

GUTIÉRRE-VALENCIA, J. CHOMICJI, G., RENNER, S. S. Recurrent breakdowns of mutualisms with ants in the neotropical ant-plant genus Cecropia (Urticaceae). **Mol Phylogenet Evol**, v. 111, p. 196-205, 2017.

HOSCHEID, J., OTENIO, J. K., LOURENÇO, E. L. B., KLEIN, E. J. et al. Extraction of *Cecropia pachystachya* leaves by supercritical carbon dioxide: kinetics, phytochemical characterization, antibacterial and antioxidant activities. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 4, p. 570-588, 2020.

IGNAT, I., VOLF, I. & POPA, V. I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, v. 126, n. 4, p. 1821-1835, 2011.

LACAILLE-DUBOIS, M. A., FRANCK, U. WAGNER, H. Search for potential angiotensin-converting enzyme (ACE)-inhibitors from plants. **Phytomedicine**, v. 8, p. 47-52, 2001.

LUENGAS-CAICEDO, P. E., BRAGA, F. C., BRANDÃO, G. C., DE OLIVEIRAS, A. B. Seasonal and intraspecific variation os flavonoids and proanthocyanidins in *Cecropia glaziovi* Sneth. Leaves from native and cultivated specimens. **Z Natur-forsch C J Biosci**, v. 62, p. 701-709, 2007.

MAQUIAVELI, C., DA SILVA, E. R., FRANCESCATO, H. D., COSTA, R. S. et al. Brazilian ambauba (*Cecropia pachystachya*) extract reduces renal lesions in 5/6 nephrectomized rats. **J Renin Angiotensin Aldosterone Syst**, v. 15, p. 430-439, 2014.

MATHIAS, M. S., DE OLIVEIRA, R. R. Differentiation os the phenolic Chemical profiles of *Cecropia pachystachya* and *Cecropia hololeuca*. **Phytochem Anal**, v. 30, p. 73-82, 2019.

MENSOR, L. L. et al. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidante activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, London, v. 15, n. 2, p. 127-130, 2001.

MESQUITA A. S., VENTURA, P. A. O., CRUZ, R. C., NOGUEIRA, J. R. S. et al. Avaliação do perfil farmacognóstico e do potencial antimicrobiano do extrato etanólico do caule da *Cecropia pachystachya* T. (embaúba). **Rev Infarma Ciências Farmacéuticas**. Brasília. v. 30, n. 2, p. 115- 122, 2018.

MONRO, A. **Neotropical Urticaceae**. In: Millike W, Klitgard B, Baracat A, eds. Neotropikey-interactive key and information resources for flowering plants of the Neotropics. 2009.

MÜLLER, S. D. **Estudo das atividades antioxidante e anti-Inflamatória de *Cecropia glaziovii* Sneth. e *Cecropia pachystachya* Trécul**. 2016. 193p. Tese (Doutor em Farmácia) Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Farmácia. Florianópolis/SC, 2016.

MÜLLER, S. D., FLORENTINO, D., ORTMANN, C. F., MARTINS, F. A. et al. Anti-inflammatory and antioxidante activities of aqueous extract of *Cecropia glaziovii* leaves. **J Ethnopharmacol**, v. 185, p. 255-262, 2016.

NASCIMENTO, K. S. **Compostos fenólicos, capacidade antioxidante, e propriedades físico-químicas de méis de *Apis melífera* do estado do Rio Grande do Sul**. 2016. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

OLIVEIRA, C. T. **Caracterização química, atividade antioxidante e antimicrobiana do óleo essencial de *Baccharis oreophila* Malme**. 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

OLIVEIRA, J. B., DUTRA, J. C. V., GERVÁSIO, S. V., XAVIER, M. B. et al. *Bauhinia* sp; sob diferentes condições de sazonalidade induz atividade anticâncer em sarcoma-180 *in vitro*. **Produção e controle de produtos naturais**, cap. 5, p. 42-59, 2018.

OLIVEIRA, K. N., COLEY, P. D., KURSAR, T. A., KAMINSKI, L. A. et al. The effect of symbiotic ant colonies on plant growth: a test using na Azteca-Cecropia system. **PLoS One**, v. 10: e0120351, 2015.

ORTMANN, C. F., ABELAIRA, H. M., RÉUS, G. Z., IGNÁCIO, Z. M. et al. LC/QTOF profile and preliminar stability studies of na enriched flavonoid fraction of *Cecropia pachystachya* trécul leaves with potential antidepressant-like activity. **Biomed Chromatogr**, v. 31, p. 1-13, 2017.

PACHECO, N. R., PINTO, N. C. C., DA SILVA, J. M., MENDES, R. F. et al. *Cecropia pachystachys*: A species with expressive *in vivo* topical anti-inflammatory and *in vitro* antioxidante effects. **Biomed Res Int**, v. 2014, p. 1-10, 2014.

PARISI, A. P. M; SILVA, D; CAMARGO, E. E. S. Estudo farmacognóstico de *Cecropia pachystachya* - embaúba. **Rev. Saberes** UNIJIPA, Ji-Paraná, v. 10 n. 3 Jul/Dez, 2018.

PELÁEZ, G. L. M., SIERRA, J. A., ALZATE, F., HOLZGRABE, U., et al. Pentacyclic triterpenes from *Cecropia telenitida* with immunomodulatory activity on dendritic cells. **Brazilian J Pharmacogn**, v. 23, p. 754-761, 2013.

PEREIRA, C. K. B. **Determinação dos Constituintes Químicos e Avaliação das Atividades Biológicas da Espécie *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae)**. 2015. 150p. Tese (Doutor em Biotecnologia) Universidade Federal de Alagoas, Programa de Pós Graduação em Biotecnologia. Maceió/AL, 2015.

PEREIRA, E. D. M., da SILVA, J., CARVALHO, P. S., GRIVICICH, I. et al. *In vivo* and *in vitro* toxicological evalutions of aqueous extract from *Cecropia pachystachya* leaves. **Journal of Toxicology and Environmental Heaklth, part A**, 2020.

PEREIRA, L. D. **Influência de Fatores Edáficos na Composição Química de Cascas e Sementes de Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*)**. 2016. 116 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

PEREZ, R. M. Anti-inflammatory activity of compounds isolated from plants. **Scientific World Journal**, v. 1, p. 713-784, 2001.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia Vegetal**. 1 ed. Santa Maria: Rede e-Tec Brasil, 2015

PILLA, M. A., AMOROZO, M. C., FURLAN, A. Acquisition, and use of medicinal plants in Martim Francisco district, Mogi Mirim municipality, São Paulo State, Brazil. **Acta Bot Bras**, v. 20, p. 789-802, 2006.

PINTO, L. G. P. N. The role of environmental stress in the secondary metabolism of plants correlated with conventional and natural systems of food production. **Brazilian Journal of Functional Nutrition**, v. 73, p. 1-5, jan./abr, 2018.

PONTES, P. V. A. **Estudo dos compostos fenólicos, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos presentes em bagaço de uva da variedade cabernet sauvignon**. 2014, 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

RODRIGUES, A. C. F., DA COSTA, J. F., SILVA, F. R. G., AZEVEDO, R. R. S. et al. Atividade antibacteriana, antioxidante e toxicidade do extrato etanólico de *Senna obtusifolia*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Maceió, v. 10, n. 3, p. 43 – 53, 2011.

SABINO, C. V. M., DA SILVA, B. J. P., DE MENEZES, D. L. B., DA SILVA, F. M. A. et al. Physicochemical characterization, stability and cytotoxicity of a blue dye obtained from genipap (*Genipa americana* L.) fruit. **Food Technol. Biotechnol**, v. 59, p. 103-111, 2021.

SANCHA, S. A. R. **Avaliação da Atividade Antimicrobiana de Metabolitos Secundários Isolados a Partir de uma Planta usada na medicina Tradicional Africana**. 2015. 145 f.

Tese (Mestrado em Química Farmacêutica e Terapêutica) – Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa. Lisboa, Lisboa, 2015.

SANTOS, D. Y. A. C. **Botânica Aplicada**: metabólitos secundários na interação planta-ambiente. 2015. 124 f. Dissertação (Obtenção de título de livre-docente) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SCHAFRANSKI, K. **Extração e caracterização de compostos fenólicos de folhas de amoreira preta (*Morus nigra* L.) e encapsulamento em esferas de alginato**. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

SCHERER, R.; GODOY, H. T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry**, v.112, p.654-658, Feb, 2009.

SOUZA, D. O., TINTINO, S. R., FIGUEREDO, F. G., BORGES, M. C. et al. Atividade antibacteriana e moduladora de *Cecropia pachystachya* trécul sobre a ação de aminoglicosídeos. **Rev Cuba Plantas Med**, v. 19, p. 121-132, 2014.

SOUZA, L. B., GINDRI, A. L., PIANA, M., FROHLICH, J. K., et al. Quantificação de flavonóides nas raizes de *Urera baccifera* gaudich (*URTICACEAE*). **Revista Contexto & Saúde**, Ijuí, v. 10, n. 20, p. 1287-1290, Jan./Jun, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed. 952 p, 2013.

TOHIDI, B., RAHIMMALEK, M. e ARZANI, A. Composição do óleo essencial, teor total de fenólicos, flavonóides e atividade antioxidante de espécies de Thymus coletadas em diferentes regiões do Irã. *Química Alimentar*, v. 220, p. 153-161, 2017.

TREIBER, E. L., GAGLIOTI, A. L., ROMANIUC-NETO, S., MADRIÑÁN, S., et al. Phylogeny of the Cecropieae (Urticaceae) and the Evolution of na ant-plant mutualismo. **Syst Bot**, v. 41, p. 196-205, 2017.

ULLAH, A., MUNIR, S., BADSHAH, S. L., KHAN, N. *et al*. Important flavonoids and their role as therapetic agents. **Molecules**, v. 25, n. 22, p. 5243, 2020.

VERRUCK, S., PRUDENCIO, E. S., da SILVEIRA, S. M. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. **Revista CSBEA**, v. 4, n. 1, p. 111, 2018.