



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA**

**FRANCYELLEN BESERRA DE OLIVEIRA**

**PERFIL FITOQUÍMICO E ATIVIDADE FOTOPROTETORA DO EXTRATO  
HIDROALCOÓLICO DAS FOLHAS DE *Pseudobombax simplicifolium* (MALVACEAE)**

**CAMPINA GRANDE  
2022**

FRANCYELLEN BESERRA DE OLIVEIRA

**PERFIL FITOQUÍMICO E ATIVIDADE FOTOPROTETORA DO EXTRATO  
HIDROALCOÓLICO DAS FOLHAS DE *Pseudobombax simplicifolium* (MALVACEAE)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso Licenciatura Plena em  
Química da Universidade Estadual da Paraíba,  
como requisito para a obtenção do título de  
graduada em Licenciatura em Química.

**Área de concentração:** Química de Produtos  
Naturais.

**Orientador:** Prof. Dra. Maria da Conceição de Menezes Torres

**CAMPINA GRANDE  
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

O48p Oliveira, Franciyellen Beserra de.  
Perfil fitoquímico e atividade fotoprotetora do extrato hidroalcoólico das folhas de *Pseudobombax simplicifolium* (Malvaceae) [manuscrito] / Franciyellen Beserra de Oliveira. - 2022.  
38 p. : il. colorido.  
  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2022.  
"Orientação : Profa. Dra. Maria da Conceição de Menezes Torres, Coordenação do Curso de Licenciatura em Química - CCT."  
1. Malvaceae. 2. Embiratanha. 3. Compostos fenólicos. 4. Fotoproteção. I. Título  
  
21. ed. CDD 615.7

FRANCYELLEN BESERRA DE OLIVEIRA

PERFIL FITOQUÍMICO E ATIVIDADE FOTOPROTETORA DO EXTRATO  
HIDROALCOÓLICO DAS FOLHAS DE *Pseudobombax simplicifolium* (MALVACEAE)

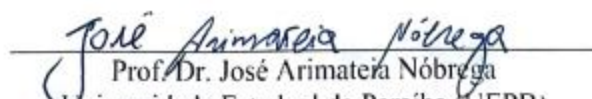
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso Licenciatura Plena em  
Química da Universidade Estadual da Paraíba,  
como requisito para a obtenção do título de  
graduada em Licenciatura em Química.

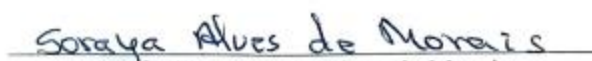
Área de concentração: Química de Produtos  
Naturais.

Aprovada em: 06/12/2022.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof.ª. Dra. Maria da Conceição de Menezes Torres  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Prof. Dr. José Arimateia Nóbrega  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
Prof.ª. Dra. Soraya Alves de Moraes  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico a minha mãe, por todo  
companheirismo, dedicação e incentivo aos  
meus estudos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por todas as oportunidades na minha vida, pela presença, amparo e conforto em todos os momentos, principalmente quando mais precisei, por ser minha força quando tudo parecia perdido e meu guia em todas as decisões e por me possibilitar a conclusão do curso, pois sem Ele nada seria possível.

A minha mãe, Francisca Margarida Beserra de Oliveira, que sempre me incentivou nos estudos, pelos conselhos, companheirismo, pela sua força, compreensão e cuidado, que me inspira a sempre ser uma pessoa melhor. Ao meu pai, Genival Nóbrega de Oliveira (*in memoriam*), que embora ausente fisicamente, sentia sua presença e sei que estaria feliz nesse momento. A minha irmã, Grasyelle Beserra de Oliveira, por todo apoio, paciência, cuidado e por sempre torcer por minha felicidade. A todos os meus familiares, pela compreensão da minha ausência, pelo carinho e estímulo nas minhas conquistas.

Ao meu namorado, Erinaldo Emiliano da Silva, por sempre estar ao meu lado, torcendo por mim e me apoiando, por todos os conselhos acadêmicos e de vida, pela paciência e por sempre me fazer sorrir, mesmo quando estava preocupada com as atividades da faculdade.

A professora, Dra. Maria da Conceição de Menezes Torres, que sempre admirei desde os componentes do curso e que tive o prazer de conhecer e participar dos projetos de iniciação científica e monitoria. Agradeço por toda orientação, dedicação, atenção e cuidado com minha formação, pelas leituras sugeridas, por sempre chamar a atenção quando necessário e por todos os ensinamentos que foram enriquecedores na minha formação, aumentando cada vez mais a minha paixão pela química orgânica.

A todo o corpo docente do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual da Paraíba, que agregaram ao meu conhecimento por meio dos componentes e debates, em especial aos professores da banca, Dr. José Arimateia Nóbrega e Dra. Soraya Alves de Moraes, por todas as contribuições para o desenvolvimento e enriquecimento da pesquisa.

Aos amigos, em especial à doutoranda Maria Eloiza Nenén dos Santos, por todas as dicas, empenho e apoio na pesquisa. Aos alunos do grupo de pesquisa em produtos naturais, Mateus Araújo, Wallace Amorim e Raiane Sousa, por todas as contribuições. Aos graduandos da turma, Maciel de Lima, Marina Gonçalves, Celly Silva, Karla Danielly, Rodeliano Barbosa e Myrian Araújo, que me acompanharam durante todo o curso e aos

demais colegas de classe por todos os momentos de amizade e que fizeram parte do meu percurso acadêmico.

Agradeço ao Laboratório de química analítica e quimiometria da Universidade Estadual da Paraíba (LQAQ – UEPB), na pessoa do professor Dr. José Germano Veras Neto, a mestre Mirelly Gomes e aos demais membros e ao Laboratório de Fitoterapia, Bioquímica e Microbiologia, da Universidade Federal de Campina Grande (LAFBIM – UFCG), em nome do professor Dr. Abrahão Alves de Oliveira Filho e as mestrandas Millena Souza e Alice Medeiros, por todas as orientações e auxílio no laboratório.

A todos (as) que de alguma forma direta ou indiretamente contribuíram na minha formação e no desenvolvimento deste trabalho, meu muito obrigada!

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/CNPq.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos.”

(Provérbios 16, 3)



## RESUMO

A utilização de protetores solares sintéticos, além de causar efeitos adversos ao ser humano, representa um poluente ambiental. Assim, pesquisadores têm voltado a atenção para a formulação de protetores solares a partir de produtos naturais. Nesse sentido, a espécie *Pseudobombax simplicifolium*, pertencente ao gênero *Pseudobombax*, vem sendo utilizada na região Nordeste para o tratamento de inúmeras doenças como problemas cardiovasculares, febre, anemia, dor de cabeça, úlceras e problemas renais. No entanto, não foram encontrados estudos sobre a química e atividade biológica da espécie. Nesse sentido, a presente pesquisa teve como objetivo a determinação do perfil fitoquímico e a avaliação da atividade fotoprotetora do extrato hidroalcoólico das folhas de *P. simplicifolium* (EHF-PS). O extrato bruto das folhas de *P. simplicifolium* foi submetido ao perfil fitoquímico, bem como a quantificação do teor de compostos fenólicos totais (TCP) e flavonoides totais (TFT), por meio do espectrofotômetro UV-Vis e a avaliação do potencial fotoprotetor, através do método espectrofotométrico. Os resultados obtidos na prospecção fitoquímica do EHF-PS sugerem a presença de taninos condensados, fenóis, flavonoides, alcaloides, esteroides livres e triterpenoides livres, além disso, o extrato apresentou-se rico em compostos fenólicos e flavonoides, com um TCP de 263,611 mgEAG/g e TFT de 10,703 mgEQ/g. A análise do fator de proteção solar (FPS) apresentou altos valores para as concentrações de 500 µg/mL e 1000 µg/mL, com um FPS de 23,66 e 25,01, respectivamente, conferindo à ação fotoprotetora. Mediante o exposto, a espécie *P. simplicifolium* apresenta valores significativos de compostos fenólicos e flavonoides. Com relação à ação fotoprotetora, o EHF-PS proporcionou valores consideráveis de FPS, podendo ser associado a outros compostos na produção de protetores solares, tornando-se uma candidata promissora na formulação de cosméticos fitoterápicos.

**Palavras-Chave:** *Malvaceae*. Embiratanha. Compostos fenólicos. Fotoproteção.

## ABSTRACT

The use of synthetic sunscreens, in addition to causing adverse effects on humans, represents an environmental pollutant. Thus, researchers have turned their attention to the formulation of sunscreens from natural products. In this sense, the species *Pseudobombax simplicifolium*, belonging to the genus *Pseudobombax*, has been used in the Northeast region for the treatment of numerous diseases such as cardiovascular problems, fever, anemia, headache, ulcers and kidney problems. However, studies on the chemistry and biological activity of the species were not found. In this sense, the present research aimed to determine the phytochemical profile and evaluate the photoprotective activity of the hydroalcoholic extract of *P. simplicifolium* leaves (EHF-PS). The crude extract of *P. simplicifolium* leaves was submitted to phytochemical profile, as well as the quantification of the content of total phenolic compounds (TCP) and total flavonoids (TFT), through the UV-Vis spectrophotometer and the evaluation of the photoprotective potential, through of the spectrophotometric method. The results obtained in the phytochemical prospection of EHF-PS suggest the presence of condensed tannins, phenols, flavonoids, alkaloids, free steroids and free triterpenoids, in addition, the extract is rich in phenolic compounds and flavonoids, with a TCP of 263.611 mgEAG /g and TFT of 10.703 mgEQ/g. The analysis of the sun protection factor (SPF) showed high values for concentrations of 500 µg/mL and 1000 µg/mL, with an SPF of 23.66 and 25.01, respectively, conferring the photoprotective action. In view of the above, the species *P. simplicifolium* has significant values of phenolic compounds and flavonoids. Regarding the photoprotective action, EHF-PS provided considerable values of SPF, being able to be associated with other compounds in the production of sunscreens, becoming a promising candidate in the formulation of herbal cosmetics.

**Keywords:** *Malvaceae*. Embiratanha. Phenolic compounds. Photoprotection

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Ácidos fenólicos encontrados com frequência em plantas .....	16
<b>Figura 2</b> – Estrutura base dos flavonoides.....	16
<b>Figura 3</b> – Principais subclasses de flavonoides.....	17
<b>Figura 4</b> – Esteroides comuns em plantas e alimentos .....	18
<b>Figura 5</b> – Estrutura da morfina.....	19
<b>Figura 6</b> – Flavonoides frequentemente encontrados na família Malvaceae.....	21
<b>Figura 7</b> – Estrutura do $\beta$ -lupeol.....	22
<b>Figura 8</b> – <i>Pseudobombax simplicifolium</i> .....	23

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Classificação dos terpenoides. ....	18
<b>Tabela 2</b> – Avaliação dos metabólitos secundários presentes em <i>P. simplicifolium</i> . ....	26
<b>Tabela 3</b> – Perfil fitoquímico do extrato hidroalcoólico de <i>P. simplicifolium</i> . ....	30
<b>Tabela 4</b> – Teores de Flavonoides e Fenóis totais do extrato hidroalcoólico das folhas de <i>P. simplicifolium</i> . ....	31
<b>Tabela 5</b> – Análise do Fator de Proteção Solar (FPS) do extrato hidroalcoólico das folhas de <i>P. simplicifolium</i> . ....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivo Específico .....</b>	<b>14</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Metabólitos Secundários .....</b>	<b>15</b>
3.1.1 <i>Compostos Fenólicos</i> .....	15
3.1.2 <i>Terpenos e Esteroides</i> .....	17
3.1.3 <i>Compostos Nitrogenados</i> .....	19
<b>3.2 Família Malvaceae s.l. ....</b>	<b>20</b>
3.2.1 <i>Gênero Pseudobombax Dugand</i> .....	21
3.2.2 <i>Pseudobombax simplicifolium</i> .....	22
<b>3.3 Atividade Fotoprotetora.....</b>	<b>23</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Levantamento bibliográfico .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Material Vegetal e Preparação do Extrato .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 Perfil fitoquímico .....</b>	<b>25</b>
4.3.1 <i>Teste de identificação de saponinas</i> .....	26
4.3.2 <i>Teste de identificação de polissacarídeos</i> .....	26
4.3.3 <i>Teste de identificação de taninos e fenóis totais</i> .....	27
4.3.4 <i>Teste de identificação de flavonoides</i> .....	27
4.3.5 <i>Teste de identificação de esteroides e triterpenoides</i> .....	27
4.3.6 <i>Teste de identificação de alcaloides</i> .....	27
<b>4.4 Determinação do teor de compostos fenólicos totais (TPC).....</b>	<b>28</b>
<b>4.5 Determinação do teor de flavonoides totais (TFT) .....</b>	<b>28</b>
<b>4.6 Avaliação do Fator de Proteção Solar (FPS).....</b>	<b>29</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>30</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pela cura dos problemas de saúde é um fato que acompanha a humanidade desde os primórdios, tendo como alternativa a utilização de recursos naturais para a sobrevivência. Dessa forma, as plantas têm se tornado aliadas não só para a agricultura e como matéria-prima, mas também como recurso terapêutico, através da medicina popular, devido a presença de compostos especiais.

Essa capacidade medicinal está associada aos metabólitos secundários produzidos pelas plantas, os quais têm a função protetora contra agentes externos, como predadores, atuando como repelente, bem como na atração de polinizadores para a reprodução. No entanto, quando em contato com o organismo humano, esses compostos ativos podem contribuir no combate e prevenção de inúmeras doenças (ARMARKAR *et al.*, 2021).

De acordo com Newman e Cragg (2020), cerca 60% dos princípios ativos presentes em medicamentos provém de forma direta ou indireta de produtos naturais. Nesse sentido, as plantas têm ganhado destaque como principal recurso nas pesquisas em produtos naturais, seguida dos microrganismos e organismos marinhos. Contudo, o conhecimento sobre as moléculas bioativas de espécies vegetais apresenta um desenvolvimento lento de apenas 8% por ano, havendo a necessidade de mais estudos (BERLINCK *et al.*, 2017; SOBREIRA *et al.*, 2018).

Em vista disso, alguns metabólitos secundários presentes nas espécies vegetais como os flavonoides, ácidos fenólicos e terpenoides estão associados à proteção contra a radiação ultravioleta (UV). Assim, levando em consideração os danos causados pelos protetores solares sintéticos, pesquisadores têm voltado a atenção para o desenvolvimento de protetores solares constituídos por produtos naturais, uma vez que esses constituintes ativos atuam na prevenção ou redução da penetração dos fótons da radiação UV no tecido da pele, além de proporcionar fontes mais sustentáveis e seguras para o ser humano (ARRUDA *et al.*, 2021; SKARUPOVA; VOSTALOVA; SVONODOVA, 2020).

Nesse sentido, a família *Malvaceae* sensu latu é possuidora de um elenco de plantas com potencial medicinal. Estudos sobre suas espécies têm mostrado propriedades farmacológicas, tais como atividade antioxidante, antimicrobiana, antiviral, fotoprotetora e anticâncer, além de apresentar espécies ricas em compostos fenólicos e flavonoides (EL-SHIEKH *et al.*, 2020; SOUSA *et al.*, 2020; YEON *et al.*, 2019)

Entre as plantas da família *Malvaceae* s.l. está a espécie *Pseudobombax simplicifolium* A. Robins, conhecida popularmente por Embiratanha, faz parte do gênero *Pseudobombax*. Essa espécie de originalidade brasileira é nativa da caatinga, estando presente na região Nordeste, no Pernambuco, no Estado da Paraíba, em Sergipe, no Piauí e na Bahia e na região Sudeste, em Minas Gerais (CARVALHO-SOBRINHO; YOSHIKAWA, 2022; FIGUEIREDO; MONTEIRO; MELO, 2020).

Na região Nordeste, a Embiratanha tem sido utilizada para inúmeras finalidades medicinais como o tratamento de infecções, dores nas costas, problemas gastrointestinais, úlceras, problemas do sistema respiratório, febre, anemia, problemas renais e na cicatrização (ALBERGARIA; SILVA; SILVA, 2019). No entanto, apesar da utilização na medicina popular, estudos científicos sobre a atividade biológica e os compostos químicos da espécie são escassos, a qual vem sendo objeto de estudo do nosso grupo de pesquisa.

Mediante o exposto, tendo em vista as propriedades medicinais de *P. simplicifolium*, o presente trabalho buscou a realização do estudo do perfil fitoquímico e da avaliação da atividade fotoprotetora do extrato hidroalcoólico de *P. simplicifolium*.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar a determinação do perfil fitoquímico e a avaliação da atividade fotoprotetora do extrato hidroalcoólico das folhas de *P. simplicifolium* (EHF-PS), visando à prospecção química e à análise do potencial fotoprotetor.

### **2.2 Objetivo Específico**

- ✓ Realizar o perfil fitoquímico do extrato hidroalcoólico das folhas de *P. simplicifolium*;
- ✓ Determinar o teor dos compostos fenólicos totais e flavonoides totais presentes no extrato hidroalcoólico das folhas de *P. simplicifolium* por meio do espectrofotômetro UV-Vis;
- ✓ Analisar por meio do método espectrofotométrico a atividade fotoprotetora do extrato, a fim de contribuir com novas fontes de tratamentos fitoterápicos.



## 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1 Metabólitos Secundários

As plantas desencadeiam uma série de processos químicos, responsáveis pelo metabolismo que, por sua vez, é classificado como metabolismo primário e metabolismo secundário. O metabolismo primário é essencial para a vida e reprodução do vegetal, sendo comum entre as plantas, enquanto que o metabolismo secundário ou especial varia entre espécies, produzindo substâncias a partir da relação do organismo com a natureza, sendo dispensáveis para o crescimento e desenvolvimento da espécie vegetal (SIMÕES *et al.*, 2017).

Os metabólitos especiais atuam como um mecanismo de defesa para as plantas, protegendo-as de insetos, atuando como repelente, além de atrair polinizadores por meio de aspectos como cor, sabor e aroma (ARMARKAR *et al.*, 2021). Por consequência, no organismo humano, a presença desses compostos pode desempenhar atividades biológicas como antioxidantes, anti-inflamatória e antitumoral (CUNHA *et al.*, 2016), contribuindo, desta maneira, contra o desenvolvimento de patologias.

Esses compostos são originados por meio das vias biossintéticas do ácido chiquímico, ácido mevalônico, piruvato, gliceraldeído-3-fosfato e por meio de aminoácidos alifáticos. Dessa forma, são constituídos de três grupos principais: os compostos fenólicos, terpenos/esteroides e compostos nitrogenados (alcaloides) (ARMARKAR *et al.*, 2021; SIMÕES *et al.*, 2017).

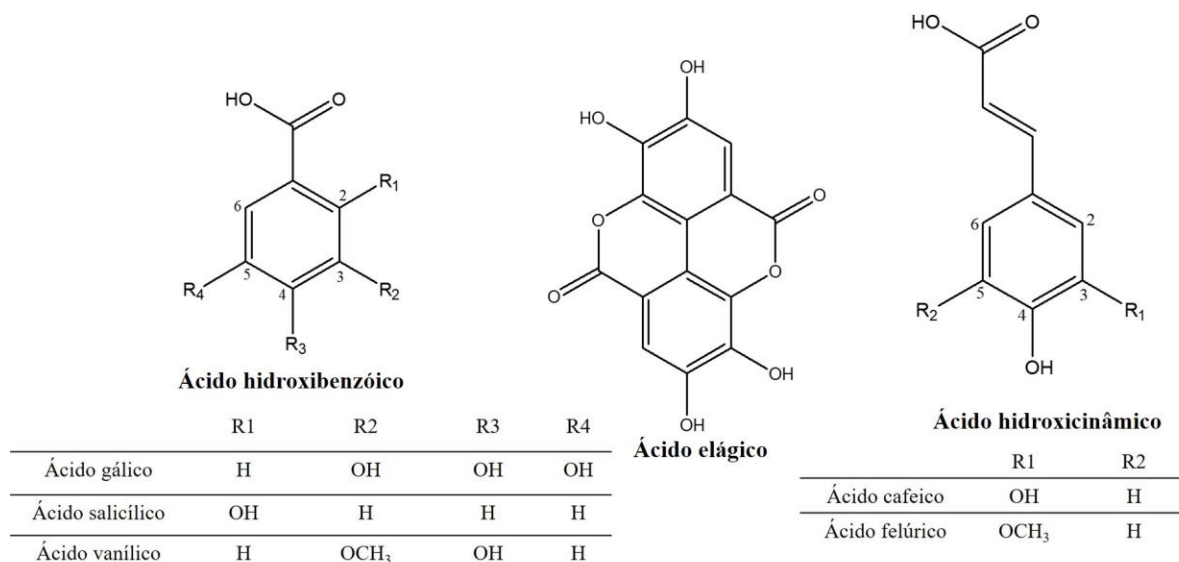
#### 3.1.1 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos estão entre os principais metabólitos secundários e encontram-se amplamente distribuídos na natureza, destacando-se como antioxidantes naturais em virtude da capacidade de interação com espécies radicalares. Devido a esta característica, esses compostos estão associados a proteção contra doenças crônicas não transmissíveis como diabetes, problemas cardiovasculares, obesidade e câncer (ROSA *et al.*, 2019).

Esses metabólitos podem ser originados por meio das vias do chiquimato ou acetato e apresentam uma estrutura composta por ao menos um anel benzeno ligado a hidroxila ( $C_6H_6O$ ), podendo ser classificados como flavonoides ou não flavonoides (MAMEDE *et al.*, 2020; ROSA *et al.*, 2019). Entre os não flavonoides destacam-se os ácidos fenólicos, que possuem um grupo fenil substituído por um grupo acetaldeído e uma ou mais hidroxilas. A exemplo destes estão o ácido caféico, ácido elágico, ácido gálico, ácido felúrico, ácido

salicílico e ácido vanílico (Figura 1), comumente encontrados em plantas (ROSA *et al.*, 2019).

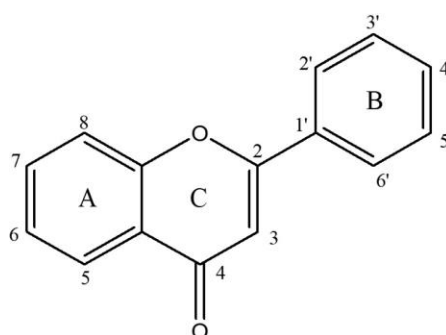
**Figura 1** – Ácidos fenólicos encontrados com frequência em plantas



**Fonte:** Adaptado de Rosa *et al.*, 2019.

Os flavonoides representam uma importante classe de polifenóis, destacando-se com cerca de 8000 compostos conhecidos, presentes em flores, frutas, ervas, caules e especiarias. Esta classe apresenta estruturas aromáticas com 15 átomos de carbonos, com o esqueleto estrutural heterocíclico do tipo C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, apresentando, em sua maioria, um anel pirona ou pirano heterocíclico, conforme a figura 2 (NABAVI *et al.*, 2018; PEREIRA; CARDOSO, 2012).

**Figura 2** – Estrutura base dos flavonoides

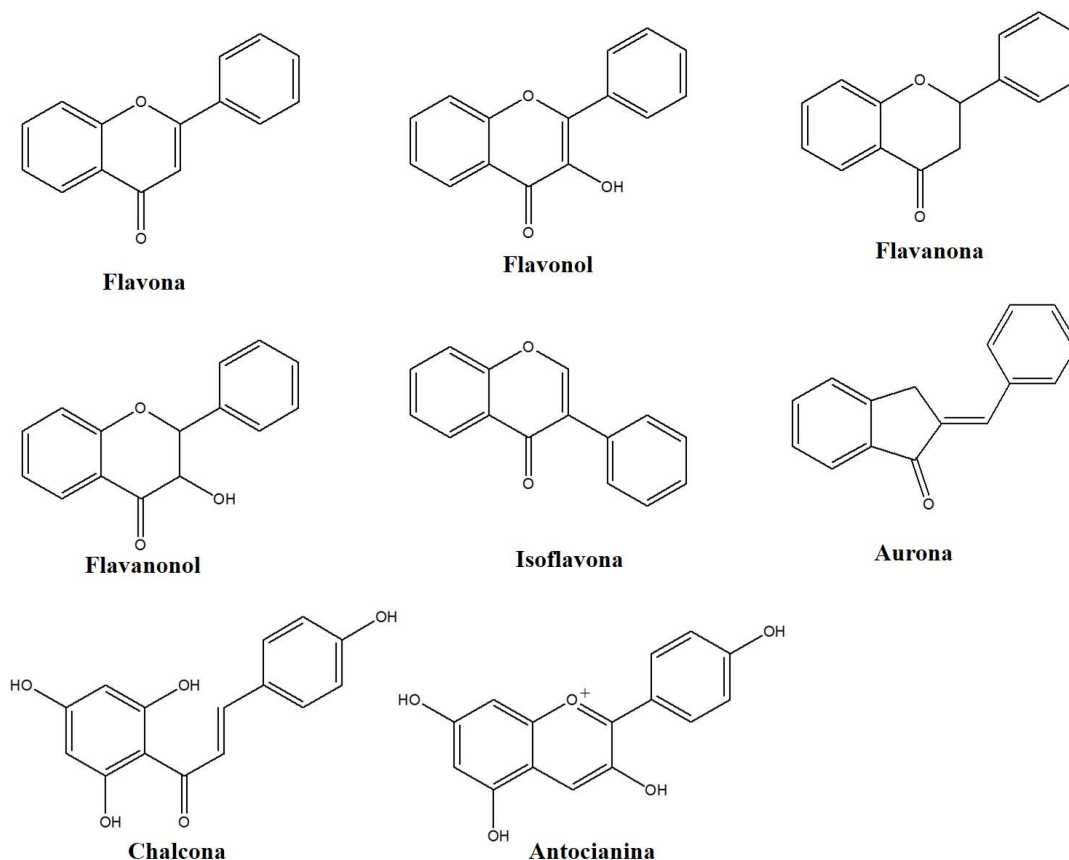


**Fonte:** Nabavi *et al.*, 2018.

A diversidade de flavonoides encontrados na natureza decorre das inúmeras variações estruturais. Desta forma, de acordo com o estado de oxidação do anel pirano e das

combinações dos grupos hidroxil e metil, são classificados em diferentes grupos, entre eles os mais comuns são as flavonas, flavonóis, flavanonas, flavononóis, isoflavonas, auronas, chalconas e antocianinas (Figura 3) (NABAVI *et al.*, 2018; PEREIRA; CARDOSO, 2012).

**Figura 3** – Principais subclasses de flavonoides



**Fonte:** Adaptado de Nabavi *et al.*, 2018 e Simões *et al.*, 2017.

Os taninos, por sua vez, são polifenóis hidrossolúveis distribuídos em toda a planta, com massa molecular entre 500 e 3000 dáltons. Esses estão divididos em: taninos condensados, formados a partir da polimerização de unidades de flavan-3-ol e os taninos hidrolisáveis, com um poliol central, apresentando hidroxilas esterificadas com o ácido gálico (SANTIAGO *et al.*, 2020; SIMÕES *et al.*, 2017).

### 3.1.2 Terpenos e Esteroides

Os terpenos ou terpenoides são hidrocarbonetos, podendo ser oxigenados, constituídos a partir de unidades de isopreno ( $C_5H_8$ ), classificados de acordo com a quantidade de átomos de carbonos em monoterpênicos, sesquiterpênicos, diterpênicos e triterpênicos, conforme a tabela 1. Assim, estão distribuídos na natureza, encontrados em fungos, plantas e

animais, possuindo aproximadamente 64.000 compostos conhecidos (ARMARKAR *et al.*, 2021; FELIPE; BICAS, 2017).

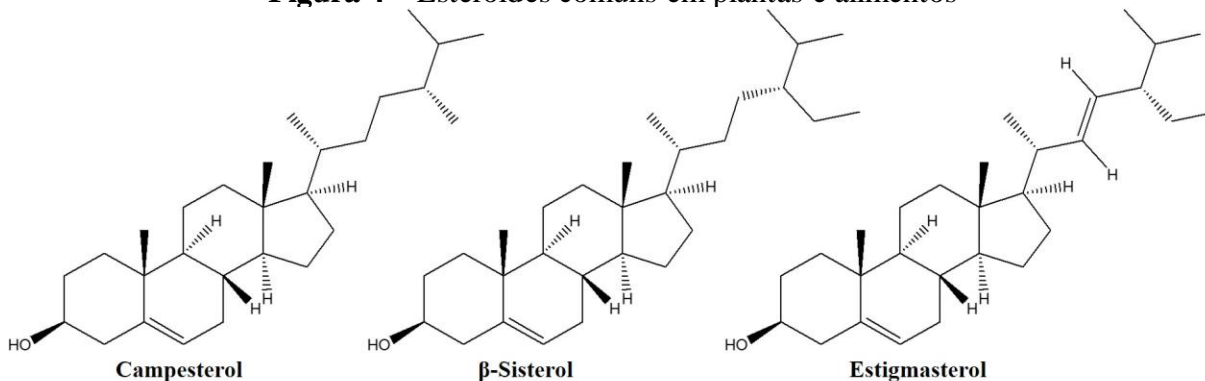
**Tabela 1** – Classificação dos terpenoides.

Número de unidades de isopreno	Número de carbonos	Classificação	Fórmula molecular
1	5	Homoterpenoides	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>
2	10	Monoterpenoides	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>
3	15	sesquiterpenoides	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>
4	20	Diterpenos	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>
5	25	Sesterpenos	C <sub>25</sub> H <sub>40</sub>
6	30	Triterpenoides	C <sub>30</sub> H <sub>38</sub>
8	40	Tetraterpenoides	C <sub>40</sub> H <sub>54</sub>
>8	>40	Politerpenoides	(C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> ) <sub>n</sub>

Fonte: Adaptado de Armarkar *et al.*, 2021.

Similarmente, os esteroides possuem estruturas compostas de 28 a 29 átomos de carbono, entre os compostos mais comuns encontrados em plantas e alimentos, estão o campesterol, estigmasterol e  $\beta$ -sisterol (Figura 4). No que diz respeito à saúde humana, estão associados a diminuição de riscos de problemas cardiovasculares e a inibição do aparecimento de alguns tumores malignos (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

**Figura 4** – Esteroides comuns em plantas e alimentos



Fonte: PubChem, 2022.

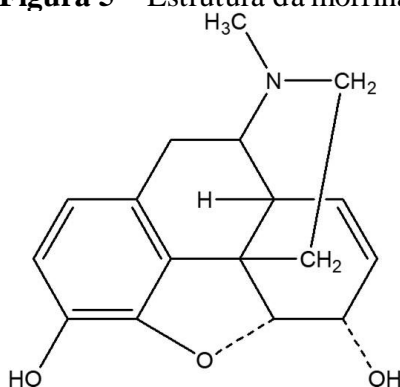
Já as saponinas são esteroides ou triterpenos glicosilados que tem como característica propriedades detergentes e surfactantes em solução aquosas, devido a uma estrutura com a presença de uma parte lipofílica, formada por esteroide ou triterpeno, e outra hidrofílica, formada por açúcares (SIMÕES *et al.*, 2017).

### 3.1.3 Compostos Nitrogenados

Os alcaloides são compostos nitrogenados com estrutura formada por uma cadeia heterocíclica, contendo um átomo de nitrogênio no anel, podendo ser classificados em três tipos: alcaloides verdadeiros, que são derivados de aminoácidos, contendo o átomo de nitrogênio diretamente ligado ao anel; protoalcaloides, em que o átomo de nitrogênio não está ligado ao anel; e os pseudoalcaloides, não sintetizado através de um aminoácido, mas por outras vias como o acetato ou mavonato, adquirindo o nitrogênio durante o percurso (ARMARKAR *et al.*, 2021; SIMÕES *et al.*, 2017).

O primeiro composto isolado dessa classe foi obtido em 1803 pelo farmacêutico francês Derosne. Três anos após essa descoberta, o farmacêutico alemão Sertürner isolou a morfina (Figura 5), contudo, sua elucidação estrutural foi definida somente 100 anos depois. Assim, esses compostos têm ganhado destaque ao longo da história, sendo utilizados para fins medicinais, rituais, feitiçarias, entre outros, especialmente devido às suas propriedades psicoativas, tóxicas e sedativas (SIMÕES *et al.*, 2017).

**Figura 5** – Estrutura da morfina



**Fonte:** Adaptado de Armarkar *et al.*, 2021.

Esses compostos são, geralmente, encontrados nas plantas, em especial nas angiospermas, mas também em fungos, animais e organismos marinhos (SIMÕES *et al.*, 2017). Conforme Marques e Lopes (2015), essa classe possui mais de 4000 compostos, dos quais cerca de 15% a 20% estão presentes em produtos de origem natural. Além do mais, estudos demonstram a relação dos alcaloides com o potencial de atuar como agente antitumoral, além de antimicrobiano, antimalárico, analgésico e estimulante (ARMARKAR *et al.*, 2021; SIMÕES *et al.*, 2017).

### 3.2 Família *Malvaceae s.l.*

A família *Malvaceae s.l.* é uma família de plantas com flores, incluindo, arbustos, ervas e árvores, composta por nove subfamílias (*Sterculioideae*, *Bombacoideae*, *Grewioideae*, *Tilioideae*, *Byrnerioideae*, *Dombeyoideae*, *Malvoideae*, *Hlicteroideae* e *Brownlowioideae*), com cerca de 250 gêneros e mais de 4200 espécies, distribuídas mundialmente, principalmente em regiões de clima tropical e temperado (RAO *et al.*, 2018). Destes, 70 gêneros e 765 espécies, estão distribuídas por todo o Brasil, das quais 406 espécies são endêmicas (BFG, 2015).

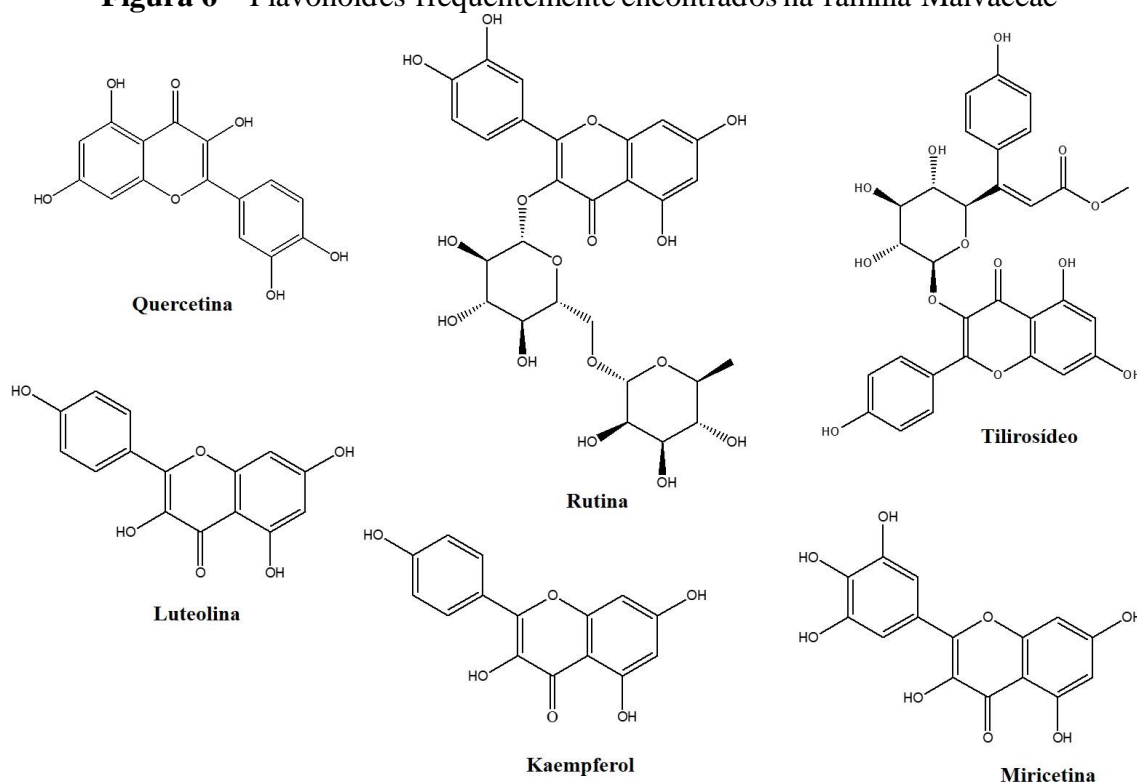
Dessa forma, a família *Malvaceae s.l.* compreende diversas espécies de extrema importância para a agricultura, como o algodão (*Gossypium hirsutum* L.) quiabo (*Abelmoschus esculentus*), cacau (*Theobroma cacao*), noz de cola (*Cola spp.*) e kenaf (*Hibiscus cannabinus*), além de plantas ornamentais como o *Hibiscus rosa-sinensis*, *Hibiscus syriacus* e *Alcea Rosea* (VADIEL; SRIRAM; BRINDHA, 2016).

Além disso, os gêneros dessa família apresentam um conjunto de plantas com propriedades terapêuticas, utilizadas na medicina popular para tratamento de diversas doenças, entre elas: artrite, reumatismo, diabetes, problemas renais, hipertensão, tuberculose, inflamações e problemas estomacais (ABAT; KUMAR; MOHANTY, 2017). E entre as ações farmacológicas já comprovadas estão as atividades antioxidante, antiviral, antimicrobiana, fotoprotetora e anticâncer (EL-SHIEKH *et al.*, 2020; SOUSA *et al.*, 2020; YEON *et al.*, 2019).

Os gêneros mais estudados dessa família são o *Hibiscus* e o *Sida*. A exemplo, a espécie *Hibiscus sabdariffa* possui atividade antioxidante e antibacteriana, enquanto que a espécie *Sida rhombifolia*, além de antioxidante, é anti-inflamatória (ALMEIDA *et al.*, 2018; KONATÉ *et al.*, 2011). O gênero *Pseudobombax* Dugand, no entanto, apesar de ser bastante utilizado para fins medicinais, tem sido pouco relatado na literatura.

Em relação a constituição química, a família *Malvaceae s.l.* possui uma grande diversidade de metabólitos secundários como compostos fenólicos, flavonoides, triterpenos, alcaloides, taninos, entre outros. Nesse sentido, de acordo com a pesquisa realizada por Vadiel, Sriram e Brindha (2016), os membros desta família demonstraram-se ricos em flavonoides, entre eles, a quercetina, kaempferol, rutina, luteolina, miricetina e tilirosídeo (Figura 6).

**Figura 6** – Flavonoides frequentemente encontrados na família Malvaceae



Fonte: Adaptado de Vadivel, Sriram e Brindha, 2016.

### 3.2.1 Gênero *Pseudobombax* Dugand

O gênero *Pseudobombax* Dugand é um gênero de distribuição neotropical, pertencente a subfamília *Bombacoideae* (*Malvaceae*) composto por 27 espécies, na qual 20 encontram-se no Brasil, presentes principalmente em vegetações do cerrado e caatinga (CARVALHO-SOBRINHO; QUEIROZ, 2010). Na Paraíba, o gênero está associado as espécies *P. simplicifolium*, *P. marginatum* e *P. parvinfolium* (FIGUEIREDO; MONTEIRO; MELO, 2020).

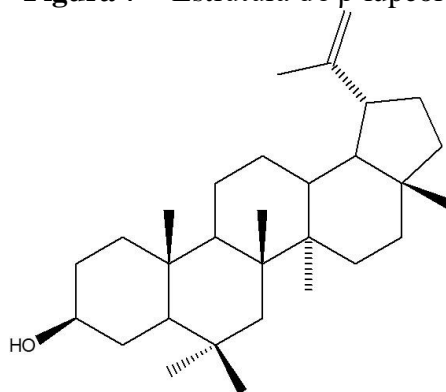
Suas espécies são de fundamental relevância para a economia, possuindo uma madeira leve e macia, que está associada a confecção de brinquedos, móveis, forros, portas e embalagens, enquanto que sua paina é utilizada no preenchimento de travesseiros, colchões e estofados (SABA *et al.*, 2020). Além do mais, suas plantas são utilizadas pela população para o tratamento de problemas como gastrite, dores na coluna, insônia, úlceras e inflamações (ALMEIDA; OLIVEIRA; FALCÃO, 2015).

No que se refere as análises fitoquímicas e atividade biológica, o gênero possui poucos dados na literatura, porém, de acordo o estudo realizado por Almeida, Oliveira e Falcão

(2015) em extratos hidroalcoólicos das folhas e entrecasca de *P. marginatum* (St Hil) Rob., possui compostos pertencentes a classe dos compostos fenólicos, taninos, flavonoides, alcaloides, saponinas, esteroides livres, chalconas e auronas. Além disso, está associada a atividade anti-inflamatória, antimicrobiana e antinociceptiva (COSTA *et al.*, 2013; PAIVA *et al.*, 2013).

Outra espécie do gênero *Pseudobombax* foi investigada por Chávez-Piña *et al.* (2009) que evidenciaram a presença de um triterpeno, o  $\beta$ -lupeol (Figura 7), isolado da casca do caule da espécie *Pseudobombax ellipticum*, a qual apresenta atividade gastroprotetora e antioxidante (DÍAZ *et al.*, 2015).

**Figura 7** – Estrutura do  $\beta$ -lupeol



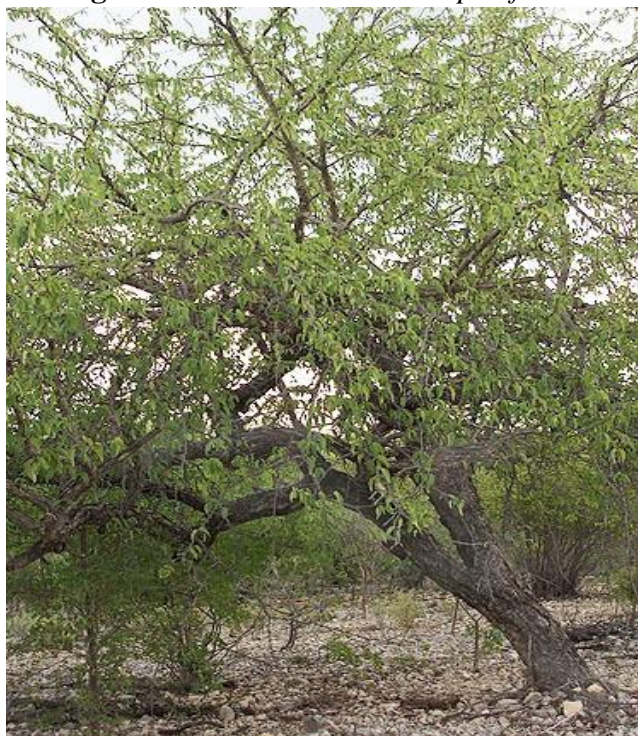
Fonte: Adaptado, Chávez-Piña *et al.*, 2009.

### 3.2.2 *Pseudobombax simplicifolium*

A espécie *P. simplicifolium* (Figura 8), conhecida popularmente por Embiratanha, uma árvore nativa da caatinga, está localizada na região Nordeste, no Estado da Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Piauí e Bahia e na região Sudeste, em Minas Gerais (CARVALHO-SOBRINHO; YOSHIKAWA, 2022; FIGUEREIDO; MONTEIRO; MELO, 2020).



**Figura 8** – *Pseudobombax simplicifolium*



**Fonte:** Carvalho-Sobrinho, Machado e Queiroz, 2014.

Apesar de não haver estudos científicos prévios sobre a eficácia medicinal da planta, de acordo com o estudo realizado Albergaria, Silva e Silva (2019) a casca do caule, da raiz e a entrecasca de *P. simplicifolium*, são utilizadas na região Nordeste, geralmente na forma de chá, tintura ou cataplasma, como tratamento terapêutico para inúmeras doenças como problemas cardiovasculares, respiratórios, intestinais e renais, gastrite, úlceras, infecções urinárias, inflamações, tosse, febre e dores no corpo.

No entanto, apesar do potencial medicinal, a espécie *P. simplicifolium* tem sido pouco relatada na literatura, havendo a necessidade de estudos químicos para o estudo dos metabólitos secundários presentes, bem como a avaliação das propriedades farmacológicas.

### **3.3 Atividade Fotoprotetora**

A exposição prolongada da pele à radiação solar sem proteção pode causar alterações na pele, provocados pela radiação ultravioleta (UV), podendo levar a inúmeros problemas como danos no DNA, envelhecimento precoce, câncer e cataratas (SOUSA; LIMA; LIMA, 2020). De acordo com o Instituto Nacional do Câncer – INCA (2019), o câncer de pele é caracterizado pelo crescimento anormal e desordenado das células da pele, estando entre os principais casos de morte prematura mundial.

Além disso, no Brasil o câncer de pele representa cerca de 30% dos casos de neoplasias diagnosticados, sendo o câncer de pele não melanoma o mais frequente, podendo tornar-se agressivo quando não tratado adequadamente, em que os tipos mais comuns são o carcinoma basocelular e o carcinoma epidermoide (INCA, 2022).

Nesse sentido, o tratamento para o câncer envolve procedimentos cirúrgicos e quimioterápicos, no entanto, os fármacos utilizados na quimioterapia apesar de atingirem as células cancerígenas, podem afetar as células saudáveis (SOUSA *et al.*, 2020). Dessa forma, outra alternativa seria a proteção da pele contra a radiação UV, a qual ocorre de várias maneiras, sendo a mais comum por meio do uso de protetores solares, que atuam na absorção ou reflexão da radiação UV (ARRUDA *et al.*, 2021).

À vista disso, existem dois tipos de protetores solares: os protetores físicos, que possuem compostos inorgânicos como o caulim, dióxido de titânio, óxido de zinco, óxido de ferro e óxido de magnésio, que atuam refletindo a radiação UV, e os protetores químicos, que são formados por compostos orgânicos como os derivados de para-aminobenzoatos, cânfora, cinamatos, salicilatos e antranilatos, que atuam absorvendo a radiação UV, porém há também no mercado protetores que além de absorverem, também refletem a radiação (ARRUDA *et al.*, 2021).

Contudo, a utilização de protetores constituídos por componentes sintéticos além de poluir o meio ambiente, podem provocar reações adversas ao paciente, como vermelhidão, eritema, descamação e eczemas, ocasionados devido a toxicidade de alguns componentes como a oxibenzona, um derivado da benzofenona, que além de provocar reações alérgicas, sua presença na urina e no leite materno pode conduzir a contaminação da água doce, podendo causar alterações hormonais e problemas na fertilidade e fecundidade. Assim sendo, pesquisadores têm voltado a atenção para a utilização de produtos naturais com efeitos protetores contra os efeitos da exposição a radiações ultravioleta A (UVA, 321-400 nm) e ultravioleta B (UVB, 290-320 nm) (ARRUDA *et al.*, 2021; MEIRELLES *et al.*, 2021; ROMERO *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Levantamento bibliográfico

Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o uso medicinal, atividade biológica e constituintes químicos das espécies do gênero *Pseudobombax Dugand*, tendo como base de dados o *Scifinder*, Periódicos Capes e *Science Direct*, mediante as palavras-chave: *Pseudobombax*, *activity* e *phytochemistry*, em inglês para o maior acesso a informações.

### 4.2 Material Vegetal e Preparação do Extrato

A amostra vegetal das folhas de *P. simplicifolium* foi coletada no Parque Nacional do Catimbau-PE. Uma exsicata encontra-se depositada no Herbário IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco, em Recife – PE, região nordeste do Brasil, identificada com o número 94.671.

O extrato hidroalcoólico das folhas de *P. simplicifolium* (EHF-PS) foi previamente preparado através da extração por maceração da amostra do material vegetal seco (158,28 g) com uma solução etanol/água a 30% (500 mL), por 24 horas, seguido de filtração e evaporação do solvente em rotaevaporador à pressão reduzida. Esse procedimento foi repetido mais duas vezes, fornecendo 25,97 g do extrato bruto.

Dando continuidade aos estudos sobre a espécie *P. simplicifolium*, o EHF – PS foi submetido a análise do perfil fitoquímico, realizado no laboratório de síntese orgânica e produtos naturais, da Universidade Estadual da Paraíba (LSOPN – UEPB), sob a orientação da professora Dra. Maria da Conceição de Menezes Torres, a análise do teor de flavonoides e fenóis totais, realizada no laboratório de química analítica e quimiometria da Universidade Estadual da Paraíba (LQAQ – UEPB), sob a orientação do professor Dr. José Germano Veras Neto e a análise da atividade fotoprotetora, realizada no Laboratório de Fitoterapia, Bioquímica e Microbiologia, da Universidade Federal de Campina Grande (LAFBIM – UFCG), sob a orientação do professor Dr. Abraão Alves de Oliveira Filho.

### 4.3 Perfil fitoquímico

Foi realizado o perfil fitoquímico do extrato hidroalcoólico das folhas de *P. simplicifolium*, com a finalidade de identificar a presença de metabólitos secundários. Desta forma, foram realizados os testes para a confirmação da presença de saponinas, polissacarídeos, taninos e fenólicos totais, flavonoides, alcaloides, esteroides e triterpenoides,

mediantes os solventes: água, diclorometano, metanol e HCl 5%, conforme a metodologia de Matos (2009), com adaptações descritas por Costa (2010), de acordo com a tabela 2.

**Tabela 2** – Avaliação dos metabólitos secundários presentes em *P. simplicifolium*.

Classe de metabólitos	Teste realizado	Solvente
<b>Saponinas</b>	Teste da espuma	
<b>Polissacarídeos</b>	Lugol	Água
<b>Taninos e Fenóis</b>	FeCl <sub>3</sub> (1%)	
<b>Flavonoides</b>	Shinoda; oxalo-bórica	Metanol
<b>Alcaloides</b>	Bouchardat; Dragendoff; Mayer	HCl (5%)
<b>Esteroides e Triterpenoides</b>	Liebermann-Burchard	Diclorometano

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

A preparação da solução mãe com o solvente água foi realizada a partir da dissolução de 140 mg do extrato bruto em 28 mL de água destilada. A solução em metanol, por sua vez, foi preparada pela dissolução de 120 mg do extrato em 24 mL de metanol. Para a solução em diclorometano, foram pesados 75 mg do extrato e dissolvidos em 15 mL de diclorometano. Da mesma forma, a solução para o teste em HCl (5%) foi preparada pesando-se 75 mg de extrato e dissolvidos em 15 mL de uma solução ácida de HCl (5%). Ambas as soluções mãe foram levadas para o banho ultrassônico a fim de dissolver completamente. Em seguida, foram filtradas em papel de filtro e funil de vidro.

#### **4.3.1 Teste de identificação de saponinas**

Foram transferidos em um tubo de ensaio 5 mL da solução mãe e diluído em 15 mL de água destilada, agitando vigorosamente, com o tubo fechado, por um período de 2 minutos. A amostra foi observada por cerca de 30 minutos para a identificação da presença de uma espuma estável, caracterizando um resultado positivo. A não persistência da espuma indica um resultado negativo.

#### **4.3.2 Teste de identificação de polissacarídeos**

Foram transferidos 5 mL da solução mãe em um tubo de ensaio e em seguida foram adicionadas 5 gotas de lugol. A presença da coloração azul indica um resultado positivo.

#### ***4.3.3 Teste de identificação de taninos e fenóis totais***

Em um tubo de ensaio, foram adicionados 5 mL da solução mãe seguido da adição de 2 gotas de uma solução alcoólica de  $\text{FeCl}_3$  (1%). A presença da coloração inicial entre azul e vermelho indica a presença da classe dos compostos fenólicos. A formação de um precipitado de coloração azul escuro indica taninos piroligálicos (hidrolisáveis), enquanto que verde, taninos catéquicos (condensados).

#### ***4.3.4 Teste de identificação de flavonoides***

Para a reação de Shinoda, foram transferidos para um tubo de ensaio 10 mL da solução e adicionados 5 gotas de HCl concentrado e raspas de magnésio. O aparecimento da coloração vermelha ou rósea-alaranjada é uma indicação positiva para o teste.

A reação oxalo-bórica foi realizada pela adição de 10 mL da solução mãe em um tubo de ensaio. Na sequência, foram acrescentados o ácido bórico e o ácido oxálico, para a formação do complexo borínico. A amostra foi levada para a observação na luz UV (254 nm), em que a presença de fluorescência amarelo-esverdeada indica a presença de flavonoides.

#### ***4.3.5 Teste de identificação de esteroides e triterpenoides***

10 mL da solução mãe foram filtrados sobre o carvão ativado, transferido em seguida para um tubo de ensaio e adicionado 1 mL de anidrido acético, com suave agitação. Logo após, foram adicionadas 3 gotas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado e agitado novamente. O surgimento da cor azul evanescente ao verde persistente confirma a presença de esteroides livres, enquanto que a coloração parda a vermelha indica triterpenoides pentacíclicos livres.

#### ***4.3.6 Teste de identificação de alcaloides***

Em um tubo de ensaio, foram transferidos 5 mL da solução mãe e adicionadas 3 gotas do reagente de Bouchardat. A presença de um precipitado vermelho tijolo é uma indicação positiva a reação.

Para a identificação de alcaloides segundo o teste de Dragendorff, foram transferidos 5 mL da solução mãe e adicionadas 3 gotas do reagente de Dragendorff, em que a formação de um precipitado vermelho tijolo indica uma reação positiva.

Em outro tubo de ensaio, foram adicionados 5 mL da solução mãe e 3 gotas do reagente de Mayer, em que a presença de um precipitado branco indica a presença da classe alcaloides.

#### 4.4 Determinação do teor de compostos fenólicos totais (TPC)

A determinação do teor de compostos fenólicos foi realizada segundo o método de Folin-Ciocalteu com adaptações, descrito por Santos e colaboradores (2020). Foram pesados cerca de 2 mg do EHF-PS, dissolvido e transferido para um balão volumétrico de 5 mL contendo metanol PA, para a preparação de uma solução de 2 mg/mL. Em seguida, foram transferidos para o tubo Falcon 0,25 mL da solução e adicionados 0,75 mL da solução Folin-Ciocalteu (3%), a amostra foi agitada no vórtex por 10 segundos e deixada em repouso por 5 minutos sob o abrigo da luz. Na sequência, foram adicionados à mistura 0,25 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (10%), agitada novamente por 10 segundos e deixada em repouso por um período de 60 minutos. Após isto, foi realizada a leitura da absorbância no espectrofotômetro UV – Vis – NIR – PerkinElmer Lambda 750, no comprimento de onda de 765 nm. A leitura do branco foi realizada com a solução de metanol e Folin-Ciocalteu (3%).

A quantificação foi realizada em relação à curva de calibração com ácido gálico na faixa de 10; 30; 50; 70; 110; 130; 150; 170 mg/mL. O cálculo do teor de fenóis totais foi realizado com base na equação da reta ( $y = 0,0081x + 0,0581$ ), obtida na curva do gráfico do padrão e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico por grama de *P. simplicifolium* (mg GAE/g).

#### 4.5 Determinação do teor de flavonoides totais (TFT)

A determinação do teor de flavonoides totais foi analisada conforme o método descrito por Mihai et al. (2012), com adaptações. Foram pesados cerca de 2 mg do EHF-PS, dissolvido e transferido para um balão volumétrico de 5 mL com metanol, para a preparação de uma solução de 2 mg/mL. Em seguida, a amostra foi transferida para o tubo Falcon e reservada por 12h.

Após este período, em triplicata, foram retirados 0,75 µL da amostra e adicionados a 0,75 µL de solução metanólica de cloreto de alumínio (AlCl<sub>3</sub>, 5%) e deixado em repouso sob o abrigo da luz. Passado o tempo, foi feita a leitura no espectrofotômetro UV -Vis – NIR – PerkinElemer Lambda 750, no comprimento de onda de 425 nm para a obtenção da absorbância. O conteúdo de flavonoides é estimado de acordo com a complexação de AlCl<sub>3</sub>, que foi determinado através da construção da curva de calibração, tendo como padrão a quercetina nas concentrações de 1; 3; 6; 9; 15; 18; 21; 24; 27 µg/mL, sendo  $y = 0,1412x + 0,5039$ . O teor de flavonoides totais foi expresso em mg equivalente de quercetina por grama de *P. simplicifolium* (mg EQ/g).

#### 4.6 Avaliação do Fator de Proteção Solar (FPS)

A determinação do fator de proteção solar (FPS) *in vitro* do EHF-PS foi analisada pelo método espectrofotométrico de amostras em solução, adaptado por Mansur *et al.* (1986) no espectro da radiação ultravioleta, mediante as concentrações de 50 µg/mL, 100 µg/mL, 500 µg/mL e 1000 µg/mL, contendo a amostra previamente solubilizada em solução alcoólica (Álcool etílico PA) e dimetilsufóxico (DMSO). Assim, as soluções foram submetidas à leitura de suas absorvâncias utilizando um espectrofotômetro digital (Biospectro®) com cubeta de quartzo de 1 cm em varreduras de 290 a 320 nm, em intervalos de 5 nm, com duração de 5 minutos. Ao término desse tempo foi efetuado as mensurações das absorvâncias e o FPS foi calculado, de acordo com Mansur *et al.* (1986) e Sayre *et al.* (1979), levando em consideração o efeito eritomatogênico e a intensidade da radiação (EE x I).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados para o teste fitoquímico do extrato bruto das folhas de *P. simplicifolium* estão expressos na tabela 3, demonstrando a presença de compostos fenólicos, taninos condensados, flavonoides, alcaloides, esteroides e triterpenoides e a ausência de saponinas e polissacarídeos.

**Tabela 3** – Perfil fitoquímico do extrato hidroalcoólico de *P. simplicifolium*.

Classe de metabólitos	EHF-PS
<b>Saponinas</b>	-
<b>Polissacarídeos</b>	-
<b>Taninos e Fenóis</b>	+
<b>Flavonoides</b>	+
<b>Alcaloides</b>	+
<b>Esteroides e Triterpenoides</b>	+

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

**Nota:** (-) negativo; (+) positivo.

Não foram encontrados dados na literatura sobre o perfil fitoquímico de *P. simplicifolium*, no entanto, os extratos hidroalcoólicos das folhas e da entrecasca de *P. marginatum*, uma espécie do mesmo gênero, foram analisados por Almeida, Oliveira e Falcão (2015), apresentando resultado afirmativo para compostos fenólicos, taninos, saponinas, esteroides, alcaloides e algumas classes de flavonoides.

Com base na análise positiva para fenóis e flavonoides, foi realizada a quantificação para os teores de flavonoides e compostos fenólicos totais presentes no EHF-PS, os quais estão apresentados na tabela 4.



**Tabela 4** – Teores de Flavonoides e Fenóis totais do extrato hidroalcoólico das folhas de *P. simplicifolium*.

Teor de Flavonoides totais	
Amostra	mgEQ/g <sup>a</sup>
EHF-PS	10,70 ± 0,029
Teor de Compostos Fenólicos totais	
Amostra	mgEAG/g <sup>b</sup>
EHF-PS	263,61 ± 3,125

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

**Nota:** Os valores são a porcentagem ± desvio padrão (n=3); <sup>a</sup>mg EQ/g = Equivalente de Quercetida por grama de amostra; <sup>b</sup>mgEAG/g = ácido gálico equivalente por grama de amostra.

O EHF-PS possui valores consideráveis de polifenóis, apresentando um teor de flavonoides totais de 10,70 mg EQ/g e um teor de fenóis totais de 263,61 mg EAG/g. Estudos sobre a quantificação de antocianinas já foram relatados para a espécie *P. marginatum* (MENEZES *et al.*, 2015), no entanto, apesar do gênero *Pseudobombax* ser o mais representativo da subfamília *Bombacoideae* (PEQUENO; ALMEIDA; SIQUEIRA FILHO, 2016), os estudos sobre a química de suas espécies ainda são escassos. O extrato hidroalcoólico do caule de *P. simplicifolium* foi analisado por Santos (2022), fornecendo um teor de flavonoides (10,770 mg EQ/g) próximo ao valor encontrados no EHF-PS, porém, o teor de compostos fenólicos totais (647,942 mg EAG/g) do caule é superior ao da folha (263,61 mg EAG/g).

Em comparação com outras espécies pertencentes à família *Malvaceae*, observa-se que os teores obtidos para o EHF-PS foram superiores aos encontrados para o extrato etanólico das folhas da espécie *Bombax ceiba* que apresentou um teor de fenóis totais de 2,73 mg EAG/g e um teor de flavonoides totais de 2,33 mg EQ/g, enquanto que o extrato etanólico da espécie *Kitaibelia vitifolia* apresentou um conteúdo fenólico de 85,25 mgEAG/g, inferiores ao EHF-PS (KRIINTONG; KATISART, 2020; MASKOVIC *et al.*, 2011).

A tabela 5 apresenta os resultados obtidos para o fator de proteção solar para o EHF – PS, em diferentes concentrações para a faixa da radiação UVB (290 a 320 nm).

**Tabela 5** – Análise do Fator de Proteção Solar (FPS) do extrato hidroalcoólico das folhas de *P. simplicifolium*.

Concentrações (µg/mL) - (FPS)	EHF-PS
50 µg/mL	6,12
100 µg/mL	9,63
500 µg/mL	23,66
1000 µg/mL	25,01

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2022.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2012) em sua resolução – RDC N° 30, de 1° de julho de 2012, a qual aprovou o regulamento técnico MERCO-SUL sobre os protetores solares em cosméticos, o fator de proteção solar mínimo estabelecido é 6,0 (seis). Levando em consideração que na formulação de um protetor solar inclui vários compostos, além do extrato da planta, é possível observar que o extrato, isoladamente, já confere um alto fator de proteção solar quando comparado com o produto final, uma vez que, conforme a tabela 5, é possível observar que o extrato hidroalcoólico das folhas de *P. simplicifolium* apresentou para as diferentes concentrações um FPS superior a 6,0, demonstrando-se possuidora da ação fotoprotetora, apresentando uma maior proteção nas concentrações de 500 µg/mL e 1000 µg/mL.

Dessa forma, conforme a resolução apresentada pela ANVISA (2022) para a Designação de Categoria de Proteção (DCP) relativa à proteção oferecida contra as radiações UVA e UVB destinada a rotulagem de protetores solares, um FPS de 15,0-29,9 e 30,0-50,0 conferem uma média e alta proteção, respectivamente. Assim o EHF-PS nas concentrações de 500 µg/mL e 1000 µg/mL fornecem uma média proteção, contudo, para a produção do protetor solar, ao ser associado a outros constituintes presentes na constituição do protetor, poderá proporcionar uma alta proteção contra os raios UV, podendo ser indicado para pessoas sensíveis a queimadura solar.

À vista disso, o EHF-PS apresentou altos valores de FPS nas concentrações de 500 µg/mL e 1000 µg/mL com um FPS de 23,66 e 25,01, respectivamente. Isto pode estar associado aos compostos fenólicos e flavonoides presentes na espécie, uma vez que estes atuam como antioxidantes naturais, contribuindo para a absorção da radiação UV e inibição

da melanogênese, tornando-se candidatos promissores para a fotoproteção (SOUSA *et al.*, 2020).

Em comparação com outras espécies da família Malvaceae, o EHF-PS apresentou um FPS superior ao encontrado para o extrato em etanol de *Pavonia glazioviana* nas concentrações de 500 µg/mL (8,886) e para 1000 µg/mL (16,45), porém foi semelhante ao encontrado para o extrato de *Waltheria viscosíssima* (17,14 em 500 µg/mL e 25,01 em 1000 µg/mL) e do extrato de *Helicteres velutina* (25,01 para 500 µg/mL e 1000 µg/mL), ambos em etanol (SOUSA *et al.*, 2020).

## 6 CONCLUSÃO

Com base no presente estudo, foi possível analisar por meio do perfil fitoquímico a presença de flavonoides, compostos fenólicos, taninos, alcaloides, esteroides e triterpenoides no extrato hidroalcoólico das folhas de *Pseudobombax simplicifolium* além de possui valores significativos de compostos fenólicos totais (263,61 mg EAG/g) e flavonoides totais (10,70 mg EQ/g).

Em relação à ação fotoprotetora, a espécie apresentou altos valores para o FPS de 23,66 e 25,01 para as concentrações de 500 µg/mL e 1000 µg/mL, respectivamente, os quais podem estar associados a quantidade de compostos fenólicos e flavonoides presentes no extrato das folhas. Portanto, a espécie *P. simplicifolium* possui ação fotoprotetora, que associada a outros compostos protetores poderá proporcionar uma alta proteção para pessoas com sensibilidade à radiação solar, tornando-se uma candidata promissora para a formulação de protetores solares na produção de cosméticos fitoterápicos.

## REFERÊNCIAS

- ABAT, J. K.; KUMAR, S.; MOHANTY, A. Ethnomedicinal, Phytochemical and Ethnopharmacological Aspects of Four Medicinal Plants of Malvaceae Used in Indian Traditional Medicines: A Review. **Medicines**, v. 4, n. 75, 2017.
- ALBERGARIA, E. T.; SILVA, M. V.; SILVA, A. G. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em comunidades rurais localizadas na Unidade de Conservação Tatu-Bola, município de Lagoa Grande, PE – Brasil. **Revista Fitos**. v. 13, n. 2, p. 137-154, 2019.
- ALMEIDA, H. M.; OLIVEIRA, F. F. M.; FALCÃO, D. A. Análise fitoquímica dos extratos hidroalcolóico da entrecasca e da folha de *Pseudobombax marginatum* (St. Hill) Rob. **Blucher Chemistry Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2015.
- ALMEIDA, P. S. *et al.* Evaluation of the antioxidant, antimicrobial, cytotoxic and genotoxic activities of the aqueous extract of chalice of *Hibiscus sabdariffa* Linn. **European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences**, v. 5, n. 1, 2018.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução DC/ANVISA n° 629** de 10 de março de 2022, dispõe sobre protetores solares e produtos multifuncionais em cosméticos e internaliza a Resolução GMC MERCOSUL n° 08/2011. Normas Brasil, Norma Federal, 2022. Disponível em: <[https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-629-2022\\_428847.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-629-2022_428847.html)> Acesso em 05/10/2022.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC N° 30**, DE 1° DE JUNHO DE 2012. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0030\\_01\\_06\\_2012.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0030_01_06_2012.html)> Acesso em: 22/09/2022.
- ARMARKAR, A. V. *et al.* Overview on the Biosynthetic Pathways and Medicinal Values of Secondary Metabolites. **Journal of Pharmaceutical Research International**, v. 33, n. 33A, p. 100-114, 2021.
- ARRUDA, R. L. *et al.* Natural photoprotectors: A literature review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. 1-11, 2021.
- BERLINCK, R. G. S. *et al.* A química de produtos naturais do Brasil do século XXI. **Química Nova**, v. 40, n. 6, p. 706-710, 2017.
- BFG. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, v.66, n.4, p.1085-1113. 2015.
- CARVALHO-SOBRINHO, J. G.; MACHADO, M. C.; QUEIROZ, L. P. The genus *Pseudobombax* – Malvaceae: Bombacoideae *Pseudobombax* of Brazil. Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil, 2014.
- CARVALHO-SOBRINHO, J. G.; QUEIROZ, L. P. Three New Species of *Pseudobombax* (Malvaceae, Bombacoideae) from Brazil. **NOVON**, v. 20, p. 13-20, 2010.

CARVALHO-SOBRINHO, J.G.; YOSHIKAWA, V.N. *Pseudobombax* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB25763>>. Acesso em: 24/11/2022.

CHAVEZ-PINÃ, A. *et al.* Gastroprotective effect of  $\beta$ -lupeol: role of prostaglandins, sulfhydryls and nitric oxide. **Revista Latino-americana de Química**, v. 37, n. 2, p. 133-143, 2009.

COSTA, R. S. **Estudos de Pré-Formulação e Formulação de *Heliotropium indicum* (L.) DC (Boraginaceae)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêutica) – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

COSTA, E. M. M. B. *et al.* *In vitro* antimicrobial activity of plant extracts of semi-arid region of Paraíba, PB, Brazil. **Revista Odonto Ciência**, v. 28, n. 4, 2013.

CUNHA, A. L. *et al.* Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal**. Santana do Ipanema. V. 1, n. 2, p.175-181, 2016.

DÍAZ, R. C. T. *et al.* Antioxidante activity assessment of plants used in Huastec traditional medicine, Mexico. **Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences**, v. 3, n. 4, p. 488-498, 2015.

EL-SHIEKH, R. A. *et al.* Novel Antiviral and Antibacterial Activities of *Hibiscus schizopetalus*. **Antibiotics**, v. 9, n. 11, p. 1-16, 2020.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química e Sociedade**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018.

FIGUEIREDO, S. S.; MONTEIRO, F. K. S.; MELO, J. I. M. Flora of Paraíba, Brazil: Bombacoideae Burnett (Malvaceae). **Biota Neotropica**, v. 20, n. 2, 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro: IBGE, v. 45, 168 p., 2019.

INCA. **Instituto Nacional do Câncer**. Estimativa 2020: Incidência de Câncer no Brasil. Rio de Janeiro, RJ, 2019.

INCA. **Instituto Nacional do Câncer**. Câncer de pele não melanona, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/tipos/pele-nao-melanoma>> Acesso em: 22/09/2022.

KONATÉ, K. *et al.* Phytochemical composition, Antioxidant and Anti-inflammatory potential of bioactive fractions from extracts of three medicinal plants traditionally used to treat liver diseases in Burkina Faso. **International Journal of Phytochemistry**, v. 3, p. 406-415, 2011.

- KRIINTONG, N.; KATISART, T. In vitro Antioxidant and Antidiabetic Activities of Leaf and Flower Extracts from *Bombax ceiba*. **Pharmacognosy Research**, v. 12, n. 2, p. 194-198, 2020.
- MAMEDE, L. *et al.* Natural Phenolic Compounds and Derivatives as Potential Antimalarial Agents. **Planta Med**, v. 86, p. 585-618, 2020.
- MANSUR, J. S. *et al.* Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 61, n. 3, p. 121-124, 1986.
- MARQUES, J. P.; LOPES, G. C. Alcaloides como agentes antitumorais: considerações químicas e biológicas. **Revista UNINGÁ Review**, v. 24, n.1, p. 56-61, 2015.
- MASKOVIC, P. *et al.* Phenolic Compounds and Biological Activity of *Kitabelia vitifolia*. **Journal of Medicinal Food**, v. 14, n. 12, p. 1617-1623, 2011.
- MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 150 p.
- MEIRELLES, S. F. R. *et al.* Avaliação das consequências do uso inadequado do filtro solar. **Revista Transformar**, v. 14, n. 2, p. 372-386, 2021.
- MENEZES, M. A. G. *et al.* Quantificação de antocianinas dos extratos de Embiratanha (*Pseudobombax marginatum*). **HOLOS**, v. 1, p. 30-35, 2015.
- MIHAI, C.M. *et al.* Interactions among flavonoids of propolis affect antibacterial activity against the honeybee pathogen *Paenibacillus larvae*. **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 110, n. 1, p. 68-72, 2012.
- NABAVI, S. M. *et al.* Flavonoid biosynthetic pathways in plants: Versatile targets for metabolic engineering. **Biotechnology Advances**, p. 1-12, 2018.
- NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. **PubChem**, 2022. Disponível em <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>> Acesso em: 04/03/2022.
- NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M. Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2010. **Journal of Natural Products**, v. 83, p. 770-803, 2020.
- PAIVA, D. C. C. *et al.* Anti-inflammatory and antinociceptive effects of hydroalcoholic extract from *Pseudobombax marginatum* inner bark from caatinga potiguar. **Journal of ethnopharmacology**, v. 149, n. 2, 2013.
- PEQUENO, I. D.; ALMEIDA, N. M.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Biologia reprodutiva e guilda de visitantes florais de *Pseudobombax marginatum* (Malvaceae). **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 395-404, 2016.
- PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnonlogy and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

RAO, B. G. *et al.* Review of literature: phyto pharmacological studies on *Thespesia populnea*. **Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences**, 2018.

ROMERO, V. *et al.* Reações adversas ocasionadas por uso de protetores solares. **Sug Cosmet Dermatol**, v. 9, n. 1, p. 41-45, 2017.

ROSA, L. A. *et al.* Phenolic Compounds. *In: Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*, p. 253–271, 2019.

SABA, M. D. *et al.* Morphological characterization of pollen grains of Brazilian species of Bombacoideae (Malvaceae s.l.). **Acta Botanica Brasílica**, v. 34, n. 1, p. 94-106, 2020.

SANTIAGO, M. C. P. A. *et al.* Análise e caracterização de taninos condensados por cromatografia líquida. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 61446-61462, 2020.

SANTOS, B. C. S. *et al.* Phenolic Constituents and Antioxidant Potential of *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae). **Scholars Academic Journal of Pharmacy**, v. 9, n. 3, p. 99-107, 2020.

SANTOS, M. E. N. **Caracterização química e avaliação da atividade fotoprotetora das cascas de *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns (Malvaceae s.l.)**. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

SAYRE, R. M. *et al.* A Comparison of *in vivo* and *in vitro* testing of sunscreens formulas. **Photochemistry and Photobiology**, v. 29, n. 3, p. 559-566, 1979.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* Farmacognosia: do produto natural ao medicamento. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SKARUPOVA, D.; VOSTALOVA, J.; SVODOVA, A. R. Ultraviolet A protective potential of plant extracts and phytochemicals. **Biomed**, v. 164, n. 1, p. 1-22, 2020.

SOBREIRA, A. L. C. *et al.* Prospecção fitoquímica e avaliação antimicrobiana de *Sida planicaulis* Cav. (Malvaceae) sobre leveduras potencialmente patogênicas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal/PB, v.13, n.3, p. 356-360, 2018.

SOUSA, A. P. *et al.* Avaliação *in silico* e *in vivo* dos flavonoides vitexina, tilirosideo e 5,7-dihidroxi-3,8,4'-trimetoxi: Avaliação do FPS e predição da atividade anticâncer. **Scientia Plena**, v. 16, n. 12, p. 1-8, 2020.

SOUSA, R. G.; LIMA, A. D. S.; LIMA, E. N. Incremento da atividade fotoprotetora e antioxidante de cosméticos contendo extratos vegetais da caatinga. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v. 3, n. 1, p. 225-230, 2020.

VADIVEL, V.; SRIRAM, S.; BRINDHA, P. Distribution of flavonoids among Malvaceae family members – A review. **International Journal of Green Pharmacy**, 2016.

YEON, S. W. *et al.* Three new naphthalenes from the roots of *Hibiscus syriacus*. **Phytochemistry Letters**, 2019.