



AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FOTOPROTETOR *IN VITRO* DAS FRAÇÕES OBTIDAS DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DE *GUSTAVIA AUGUSTA L.*

Efraim C. Pereira^{1*}, *Queli C. Fidelis*^{1,2*}, *Richard P. Dutra*^{2*}, *Maria P. R. Mendonça*^{3*}, *Natália M. V. Santos*^{3*}, *Livia V. L. Vieira*^{3*}, *Zenayd da S. Gomes*²

¹ Centro de Ciências de Balsas, Maranhão, Brasil, CEP, 65800000: e-mail: efraim.costa@ufma.br

² Laboratório de Química de Produtos Naturais, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz 65915-240, Maranhão, Brasil

³ Escola Municipal Padre Ângelo De Lassalandra, Balsas, Maranhão, Brasil, CEP, 65800000

Palavras-Chave: Fotoproteção; Compostos fenólicos; Lecythidaceae.

Introdução

A radiação ultravioleta (UV) desempenha importante papel em diversos processos biológicos; entretanto, sua exposição excessiva está associada ao desenvolvimento de queimaduras solares e câncer de pele (SCHALKA; REIS, 2011), fotoenvelhecimento, imunossupressão (GROMKOWSKA-KĘPKA et al., 2021) e hiperpigmentação (HUANG; CHIEN, 2020).

Em especial, a radiação UVB (280–320 nm) (PFEIFER, 2020) é responsável por induzir danos diretos ao DNA celular e desencadear processos inflamatórios (KAUR; SARAF, 2010), enquanto a radiação UVA (320–400 nm) favorece a formação de espécies reativas de oxigênio (EROs), intensificando o estresse oxidativo e os danos aos componentes celulares (LI et al., 2023).

Nos últimos anos, a pesquisa por filtros solares de origem natural tem recebido crescente atenção devido à necessidade de desenvolver formulações mais sustentáveis e com menor impacto ambiental. Extratos vegetais ricos em metabólitos secundários apresentam potencial para atuar como agentes fotoprotetores por combinarem propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e capacidade de absorção da radiação ultravioleta, tornando-se promissores para aplicação em produtos cosméticos (MISHRA; MISHRA; CHATTOPADHYAY, 2011).

Entre os metabólitos vegetais de maior interesse, destacam-se flavonoides, ácidos fenólicos, taninos e outros compostos polifenólicos. Essas moléculas possuem estruturas aromáticas conjugadas capazes de absorver radiação na faixa do ultravioleta e, simultaneamente, neutralizar espécies reativas de oxigênio geradas pela exposição à radiação



UV (OLUWOLE et al., 2022). Extratos com elevados teores de compostos fenólicos tendem a apresentar melhor desempenho nos ensaios de fator de proteção solar (FPS) *in vitro*, indicando uma relação direta entre composição fitoquímica, atividade antioxidante e potencial fotoprotetor (NG; EH SUK; GEW, 2022).

Gustavia augusta L. pertence à família Lecythidaceae, grupo botânico característico das florestas tropicais da América do Sul. Embora espécies dessa família sejam reconhecidas como fontes de metabólitos bioativos com diferentes atividades farmacológicas, ainda existem poucos estudos relacionados ao potencial fotoprotetor de *G. augusta*, especialmente de extratos obtidos das folhas. Dessa forma, a investigação da atividade fotoprotetora dessa espécie pode contribuir para o conhecimento de seu potencial biotecnológico e ampliar as perspectivas de utilização de metabólitos vegetais como ingredientes ativos em formulações cosméticas (FIDELIS et al., 2025).

Nesse contexto, a determinação do fator de proteção solar (FPS *in vitro*) representa uma ferramenta importante para a triagem inicial de extratos vegetais com potencial fotoprotetor. Além de estimar a capacidade de absorção da radiação UVB, essa metodologia permite comparar extratos e frações obtidas por diferentes solventes, possibilitando relacionar a atividade fotoprotetora à distribuição dos metabólitos secundários conforme sua polaridade (AZMIR et al., 2013).

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial fotoprotetor *in vitro* das frações obtidas do extrato etanólico das folhas de *Gustavia augusta* L., buscando identificar aquelas com maior atividade fotoprotetora e discutir sua relação com a distribuição dos metabólitos de acordo com sua polaridade.

Material e Métodos

As folhas de *Gustavia augusta* foram coletadas no povoado Bela Vista, município de Araguanã, Maranhão, Brasil (3°03'53.4"S; 45°38'10.4"W). A espécie foi identificada pelo botânico Dr. E. B. de Almeida Júnior, e uma exsicata encontra-se depositada no Herbário do Maranhão (MAR 12503), da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil. O acesso ao patrimônio genético foi cadastrado na plataforma SISGEN sob o número A39040F.

As folhas secas (230,0 g) foram trituradas e submetidas à extração exaustiva por maceração utilizando álcool etílico absoluto como solvente, na proporção de 1:3 (m/v). O extrato etanólico obtido foi concentrado sob pressão reduzida em evaporador rotatório (Q344M Quimis), à temperatura de 45 °C, resultando em 22,7 g de extrato bruto após secagem. A utilização de etanol absoluto favorece a extração inicial de uma ampla diversidade de metabólitos, permitindo que o fracionamento posterior concentre compostos de diferentes polaridades.



Uma amostra de 11,820 g do extrato etanólico foi dissolvida em volume mínimo de metanol, adsorvida em gel de sílica (70–230 mesh; 115 g) e submetida ao fracionamento cromatográfico em coluna de vidro (400 × 30 mm), previamente empacotada com 15 cm de gel de sílica suspensa em hexano. A eluição foi realizada à pressão ambiente, utilizando gradiente crescente de polaridade da fase móvel, obtendo-se as seguintes frações: hexânica (HEX; 1,835 g), diclorometânica (DCM; 0,815 g), clorofórmio:metanol (7:3, v/v; CFM 7:3; 7,454 g), clorofórmio:metanol (1:1, v/v; CFM 1:1; 0,263 g) e metanólica (MET; 1,453 g) (FIDELIS, 2015).

Após o fracionamento, as soluções foram concentradas em evaporador rotatório sob pressão reduzida. As frações obtidas foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar e mantidas em estufa a 40 °C até a completa evaporação do solvente residual. Em seguida, as amostras foram armazenadas sob refrigeração até sua utilização nos ensaios.

Determinação do fator de proteção solar (*in vitro*)

O fator de proteção solar (FPS) *in vitro* do extrato etanólico e de suas frações obtidas das folhas de *Gustavia augusta* foi determinado utilizando soluções preparadas na concentração de 200 µg mL⁻¹ em metanol, conforme metodologia descrita por Nunes et al. (2018). As leituras de absorvância foram realizadas em espectrofotômetro na faixa de 290 a 320 nm, com intervalos de 5 nm, de acordo com o método proposto por Mansur et al. (1986). Todas as determinações foram realizadas em triplicata (n = 3), sendo os resultados expressos como média ± desvio-padrão (DP).

O FPS foi calculado utilizando a seguinte equação:

$$\text{FPS} = \text{CF} \times \sum [\text{EE}(\lambda) \times \text{I}(\lambda) \times \text{Abs}(\lambda)]$$

em que CF corresponde ao fator de correção (10), EE(λ) representa o efeito eritemogênico da radiação no comprimento de onda λ, I(λ) corresponde à intensidade da radiação solar no comprimento de onda λ e Abs(λ) representa a absorvância da amostra no respectivo comprimento de onda. Os valores de EE(λ) × I(λ) utilizados no cálculo foram os descritos por (MANSUR et al., 1986).

Resultados e Discussão

Os resultados demonstram que a atividade fotoprotetora das frações de *Gustavia augusta* está diretamente relacionada à distribuição dos metabólitos secundários de acordo com sua polaridade. Conforme apresentado na Tabela 1, observa-se diferença entre as frações quanto ao potencial fotoprotetor.



Tabela 1 Fator de proteção solar (FPS) *in vitro* do extrato etanólico e das frações de *Gustavia augusta*.

Fração	FPS (média $\pm$ DP)
Hexânica	2,90 $\pm$ 0,42
Diclorometânica	12,45 $\pm$ 0,58
Clorofórmio/metanol (7:3)	8,62 $\pm$ 1,02
Clorofórmio/metanol (1:1)	6,50 $\pm$ 0,46
Metanol	15,29 $\pm$ 1,82

DP = desvio-padrão; n = 3.

Fonte: Autores (2026).

A fração hexânica apresentou o menor FPS (2,9), indicando que os compostos predominantemente apolares extraídos por esse solvente, como ceras, hidrocarbonetos, ácidos graxos e alguns terpenos (AZMIR et al., 2013), possuem baixa capacidade de absorção da radiação UVB.

Em contraste, a maior atividade fotoprotetora observada para a fração metanólica sugere que os metabólitos fenólicos responsáveis por essa atividade encontram-se predominantemente distribuídos nas frações de maior polaridade, compatíveis com compostos fenólicos descritos na literatura, como e ácidos fenólicos (MONDAL; BANDYOPADHYAY, 2023).

Durante o fracionamento em sílica gel, compostos fenólicos de maior polaridade tendem a ser eluídos na fração metanólica, em razão de sua maior afinidade por solventes polares incluindo flavonoides glicosilados, ácidos fenólicos e alguns taninos hidrolisáveis (WONG; YUSOFF; NGOH, 2024). Essas classes de metabólitos apresentam sistemas aromáticos conjugados capazes de absorver radiação ultravioleta e elevada atividade antioxidante, características frequentemente associadas ao aumento do fator de proteção solar *in vitro* (SAEWAN; JIMTAISONG, 2015).

A fração diclorometânica apresentou FPS de 12,45, indicando que compostos de polaridade intermediária também contribuem significativamente para a atividade fotoprotetora. Essa fração pode conter flavonoides menos polares, cumarinas, quinonas e triterpenos oxigenados, substâncias que possuem cromóforos capazes de absorver radiação na região UVB, conforme descrito anteriormente (OSORIO-TOBÓN, 2020), embora essa composição deva ser confirmada por análises cromatográficas.

As frações clorofórmio:metanol (7:3) e (1:1) apresentaram valores intermediários de FPS (8,62 e 6,5, respectivamente). Esse comportamento pode ser explicado pela distribuição dos metabólitos entre diferentes frações durante o fracionamento cromatográfico. Nessas misturas de solventes, compostos com diferentes polaridades são



eluídos simultaneamente, o que pode reduzir a abundância relativa dos constituintes com maior atividade fotoprotetora (OROIAN; ESCRICHE, 2015).

O FPS de 15,29 foi semelhante ao observado por Nunes et al. (2018), que relataram valores entre 10 e 18 para extratos de espécies do Cerrado na mesma concentração. Esses resultados reforçam a associação entre compostos fenólicos e atividade fotoprotetora, conforme discutido por (CASTRO et al., 2022).

De acordo com a Resolução RDC nº 629/2022 da ANVISA (BRASIL, 2022), produtos cosméticos classificados como protetores solares devem apresentar FPS igual ou superior a 6. Assim, as frações diclorometânica, clorofórmio:metanol e metanólica apresentaram valores superiores a esse limite, indicando potencial para futuras aplicações como ingredientes fotoprotetores.

Em conjunto, os resultados indicam que o fracionamento cromatográfico promoveu a distribuição seletiva de metabólitos entre as diferentes frações, refletindo-se nas diferenças observadas de atividade fotoprotetora (DIAS et al., 2021).

Conclusão

Esses resultados sugerem que os compostos associados à atividade fotoprotetora em *Gustavia augusta* encontram-se distribuídos principalmente nas frações de média e alta polaridade, especialmente na fração metanólica e, em menor proporção, na fração diclorometânica. Esse comportamento é compatível com a presença de compostos fenólicos e flavonoides, frequentemente descritos na literatura como os principais metabólitos vegetais responsáveis pela absorção da radiação UV e pela atividade antioxidante, características que contribuem para o potencial uso de extratos vegetais como ingredientes fotoprotetores em formulações cosméticas. Além disso, recomendam-se estudos cromatográficos (CLAE-DAD, CL-EM ou CG-EM) para identificar os metabólitos responsáveis pela atividade observada. Os resultados evidenciam o potencial biotecnológico das frações de *Gustavia augusta* como fonte de compostos naturais candidatos ao desenvolvimento de novos agentes fotoprotetores."

Agradecimentos

Os autores desejam agradecer ao CCBL/UFMA, SEMED/Balsas

Referências

AZMIR, Jannatul *et al.* Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: a review. *Journal of Food Engineering*, v. 117, n. 4, p. 426–436, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 629, de 10 de março de 2022. Dispõe sobre protetores solares e produtos multifuncionais em cosméticos e internaliza a Resolução GMC MERCOSUL nº 08/2011. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 11 mar. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br>. Acesso em: 31 jul. 2026.

CASTRO, Tailaine Nascimento de; MOTA, Milleno Dantas; CAZEDEY, Edith Cristina Laignier. Photoprotective and antioxidant activity of phenolic compounds: a systematic review of *in vitro* tests. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, v. 51, n. 2, p. 557–588, 2022.



DIAS, Ricardo et al. Recent advances in extracting phenolic compounds from food and their use in disease prevention and as cosmetics. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 61, n. 7, p. 1130-1151, 2021.

FIDELIS, Queli Cristina. *Outros constituintes isolados de espécies de Ouratea, estudo de Ochna serrulata e avaliação de atividades biológicas*. 2015. 251 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015.

FIDELIS, Queli Cristina et al. Promising anti-inflammatory species from the Lecythidaceae family: an integrative review. *Journal of Pharmaceutical and BioTech Industry*, v. 2, n. 4, p. 18, 2025.

GROMKOWSKA-KĘPKA, Krystyna Joanna; PUŚCION-JAKUBIK, Anna; MARKIEWICZ-ŻUKOWSKA, Renata; SOCHA, Katarzyna. The impact of ultraviolet radiation on skin photoaging: review of *in vitro* studies. *Journal of Cosmetic Dermatology*, Hoboken, v. 20, n. 11, p. 3427–3431, 2021. DOI: 10.1111/jocd.14033.

HUANG, Amy H.; CHIEN, Anna L. Photoaging: a review of current literature. *Current Dermatology Reports*, v. 9, n. 1, p. 22–29, 2020.

KAUR, Chanchal Deep; SARAF, Swarnlata. In vitro sun protection factor determination of herbal oils used in cosmetics. *Pharmacognosy Research*, v. 2, n. 1, p. 22–25, 2010.

LI, Liyan et al. Natural products and extracts from plants as natural UV filters for sunscreens: a review. *Animal Models and Experimental Medicine*, v. 6, n. 3, p. 183–195, 2023.

MANSUR, J. S.; BREDER, M. N. R.; MANSUR, M. C. A.; AZULAY, R. D. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, Rio de Janeiro, v. 61, n. 3, p. 121–124, 1986.

MISHRA, A. K.; MISHRA, A.; CHATTOPADHYAY, P. Herbal cosmeceuticals for photoprotection from ultraviolet B radiation: a review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, v. 10, n. 3, p. 351–360, 2011.

MONDAL, Sumita; BANDYOPADHYAY, Abhijit. Photoprotective, antioxidant potential and DNA damage protection assay of leaf methanolic extract of *Holoptelea integrifolia* (Roxb) Planch and determination of some bioactive phenolic compounds by RP-HPLC. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 50, p. 102728, 2023.

NG, Shin Yi; EH SUK, Vicit Rizal; GEW, Lai Ti. Plant polyphenols as green sunscreen ingredients: a systematic review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 21, n. 11, p. 5409–5444, 2022.

NUNES, Alesandra Ricardo et al. Photoprotective potential of medicinal plants from Cerrado biome (Brazil) in relation to phenolic content and antioxidant activity. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v. 189, p. 119–123, 2018.

OLUWOLE, Oluwatoyin et al. Role of phenolic acid, tannins, stilbenes, lignans and flavonoids in human health: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 57, n. 10, p. 6326–6335, 2022.

OROIAN, Mircea; ESCRICHE, Isabel. Antioxidants: characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International*, v. 74, p. 10–36, 2015.

OSORIO-TOBÓN, J. Felipe. Recent advances and comparisons of conventional and alternative extraction techniques of phenolic compounds. *Journal of Food Science and Technology*, v. 57, n. 12, p. 4299–4315, 2020.

PFEIFER, Gerd P. Mechanisms of UV-induced mutations and skin cancer. *Genome Instability & Disease*, v. 1, n. 3, p. 99–113, 2020.

SAEWAN, Nisakorn; JIMTAISON, Ampa. Natural products as photoprotection. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 14, n. 1, p. 47–63, 2015.

SCHALKA, Sergio; REIS, Vitor Manoel Silva dos. Sun protection factor: meaning and controversies. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 86, p. 507–515, 2011.

WONG, Yoke Shan; YUSOFF, Rozita; NGOH, Gek Cheng. Phenolic compounds extraction by assistive technologies and natural deep eutectic solvents. *Reviews in Chemical Engineering*, v. 40, n. 2, p. 229-246, 2024.