



## **AVALIAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DO POTENCIAL FOTOPROTETOR DE UMA BASE DERMOCOSMÉTICA CONTENDO DIFERENTES EXTRATOS DE *BAUHINIA HOLOPHYLLA* (BONG.) STEUD**

*Spectrophotometric evaluation of the photoprotective potential of a  
dermocosmetic basis containing different extracts of *Bauhinia holophylla*  
(Bong.) Steud*

*Mariana Alves Souza\**, Luiza Sousa Honorato, Yuri Guilherme de Oliveira Gomes,  
Ana Hortência Fonseca Castro, Joaquim Mauricio Duarte-Almeida, Ana Julia  
Pereira Santinho Gomes

Universidade Federal de São João del-Rei, Divinópolis – MG, Brasil

\*Autor para Correspondência: [mariaanaalvessouza.mas@gmail.com](mailto:mariaanaalvessouza.mas@gmail.com)

### **RESUMO**

Um dos principais fatores associados ao desenvolvimento do câncer de pele é a exposição prolongada aos raios solares. Os flavonoides encontrados em *Bauhinia holophylla*, planta nativa e endêmica do cerrado brasileiro e popularmente conhecida por “pata-de-vaca”, apresentam atividades antioxidantes e podem absorver a radiação ultravioleta (UV) sugerindo proteção anti-UV. O objetivo foi avaliar o potencial fotoprotetor de extratos de *B. holophylla* provenientes das folhas (EF) e do pericarpo (EP). Uma base dermocosmética (BD) de caráter emulsivo óleo-em-água (O/A) foi usada como controle negativo (BDCN) para avaliação espectrofotométrica do fator de proteção solar (FPS) segundo o método adaptado



de Mansur. Comparativamente, avaliaram-se outros grupos: BD contendo filtros orgânicos UVB com FPS estimado 15 usada como controle positivo (BDCP); BDCN contendo 2, 5 e 8 % de EF (GEF2, GEF5 e GEF8) ou EP (GEP2, GEP5 e GEP8); e a associação de BDCP com 5 % de EF ou EP (BDCP-EF5 e BDCP-EP5), inclusive em relação ao pH e a espalhabilidade. A quantificação de compostos fenólicos mostrou-se significativamente superior no EP comparado ao EF, porém, os teores de taninos e de flavonoides não exibiram diferenças significativas. Verificou-se que o pH 5,0 variou de 4,8-5,3 na presença dos extratos, cujas diferentes concentrações não alteraram a espalhabilidade das formulações. Ressalta-se que os valores de FPS das formulações contendo EF foram significativamente superiores àquelas contendo EP em todas as concentrações. Verificou-se também que o FPS alcançado é influenciado pela quantidade de extrato adicionada. Além disso, a associação dos extratos à BDCP ampliou estatisticamente o potencial fotoprotetor na concentração estudada. Em conclusão, observamos que ambos os extratos apresentam-se aptos à fotoproteção na região do UVB (290-320 nm) nas concentrações estudadas, sendo que o EF mostrou-se mais efetivo isoladamente. Sugere-se, portanto que sejam realizados estudos associando-se os referidos extratos a filtros orgânicos e/ou inorgânicos com proteção UVA, em busca de um protetor solar que cumpra todos os requisitos exigidos para assegurar a eficácia deste tipo de produto.

Palavras-chave: *Bauhinia*; Espectrofotometria; Fator de proteção solar.

## **ABSTRACT**

One of the main factors associated with the development of skin cancer is prolonged exposure to sunlight. The flavonoids found in *Bauhinia holophylla*, a native plant endemic to the Brazilian cerrado and popularly known as “pata-de-vaca”, have antioxidant activities and can absorb ultraviolet (UV) radiation, suggesting anti-UV protection. The aim was to evaluate the photoprotective potential of *B. holophylla*



extracts from leaves (EF) and pericarp (EP). A dermocosmetic basis (BD) with an oil-in-water (O/W) emulsifying character was used as a negative control (BDCN) for the spectrophotometric evaluation of the sun protection factor (SPF) according to the method adapted from Mansur. Comparatively, other groups were evaluated: BD containing organic UVB filters with an estimated SPF 15 used as a positive control (BDPC); BDCN containing 2, 5 and 8 % of EF (GEF2, GEF5 and GEF8) or EP (GEP2, GEP5 and GEP8); and the association of BDPC with 5 % EF or EP (BDPC-EF5 and BDPC-EP5), including in relation to pH and spreadability. The quantification of phenolic compounds was significantly higher in EP compared to EF, however, the levels of tannins and flavonoids showed no significant differences. It was found that pH 5.0 changed from 4.8-5.3 in the presence of extracts, whose different concentrations did not alter the spreadability of formulations. It is noteworthy that the SPF values of the formulations containing EF were significantly higher than those containing EP in all concentrations. It was also verified that the SPF achieved is influenced by the amount of extract added. Furthermore, the association of extracts to BDPC statistically increased the photoprotective potential in the studied concentration. In conclusion, we observed that both extracts are suitable for photoprotection in the UVB region (290-320 nm) at the concentrations studied, and the EF was more effective alone. Therefore, it is suggested that studies be carried out associating these extracts with organic and/or inorganic filters with UVA protection, in search of a sunscreen that meets all the requirements required to ensure the effectiveness of this type of product.

Keywords: *Bauhinia*; Spectrophotometry; Sun protection factor.

## INTRODUÇÃO

A exposição excessiva a radiação solar ultravioleta (UV) sem proteção, principalmente na infância e adolescência, representa o principal fator de risco para o aumento da incidência de neoplasias cutâneas, como câncer de pele, melanoma



e não melanoma (BRASIL, 2019a). O câncer de pele corresponde a cerca de 33 % dos diagnósticos de neoplasias registradas no Brasil, sendo o mais frequente (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2021). Segundo o Instituto Nacional do Câncer (INCA) estima-se que entre 2020-2022 haverá 176.930 novos casos de câncer de pele não melanoma e 8.450 casos de melanoma (BRASIL, 2019a).

Além da fotocarcinogênese, a exposição prolongada aos raios solares ainda pode gerar fotoenvelhecimento e imunossupressão. O uso de filtros solares de forma correta, ainda é o recurso mais eficaz contra os efeitos nocivos dos raios UV, uma vez que objetivam reduzir os efeitos biológicos causados nos tecidos, através de substâncias adicionadas à formulação capazes de interferir na radiação solar incidente (DAHER *et al.*, 2014; MARTENS *et al.*, 2018; SCHALKA *et al.*, 2014).

Fotoprotetores são constituídos por uma base dermocosmética (BD) cujos ingredientes ativos são filtros orgânicos (químicos) geralmente associados a filtros inorgânicos (físicos). Filtros físicos são substâncias opacas capazes de formar uma barreira que reflete e dispersa a radiação UVA/UVB, por outro lado, os filtros químicos absorvem a radiação solar incidente (SCHALKA; ADDOR, 2008).

Embora os protetores solares sejam formulados normalmente como emulsões, esse tipo de forma farmacêutica apresenta-se termodinamicamente instável. Isto porque a estabilidade das emulsões pode ser afetada pela composição e tamanho dos glóbulos, viscosidade e volume das fases, pH, influência de eletrólitos, gradiente osmótico e as propriedades do filme interfacial formado. Qualquer alteração nessas propriedades reológicas da base dermocosmética pode gerar instabilidades e influenciar no desempenho do produto (DAHER *et al.*, 2014).

Desta forma, preparações semissólidas com fluxo pseudoplástico contendo filtros químicos UV são capazes de formar um filme protetor coeso que reveste uniformemente a superfície da pele, permitindo assim, a manutenção adequada do fator de proteção solar (FPS). Isto pode ser atribuído à capacidade do material



pseudoplástico de se espalhar facilmente e em seguida restituir sua viscosidade de imediato (SARRUF *et al.*, 2013).

Alguns compostos de origem vegetal, como os flavonoides, têm se mostrado capazes de exercer efeitos inibitórios em eventos celulares e moleculares induzidos por UV, haja vista que apresentam capacidade absorptiva na região do espectro ultravioleta através de moléculas cromóforas relacionadas à ação antioxidante (DAHER *et al.*, 2014; NUNES *et al.*, 2018). Além disso, compostos fenólicos podem inibir a peroxidação lipídica, a qual é responsável pelo fotoenvelhecimento e desenvolvimento de neoplasias cutâneas (IWANAGA *et al.*, 2021).

*Bauhinia holophylla* (Bong.) Steud é uma planta da família Fabaceae, popularmente conhecida como “pata-de-vaca”, “casco-de-vaca” ou “pé-de-boi”. É uma espécie nativa e endêmica do cerrado brasileiro que apresenta caule lenhoso, folhas bilobadas, flores alvas e porte arbustivo (SALATINO, 1977). Apresenta propriedades anti-inflamatória, antiviral e hipoglicemiante devido a presença de flavonoides como quercetina, miricetina, luteolina e campferol (CAMAFORTE *et al.*, 2019). Estes compostos exibem capacidade de absorção da radiação UV sugerindo possível proteção anti-UV (CEFALI *et al.*, 2016).

Desse modo, o uso de espécies vegetais ricas em compostos antioxidantes, como a *B. holophylla*, pode ser uma alternativa para formulação de produtos cosméticos fotoprotetores e antienvelhecimento (DAHER *et al.*, 2014; ORLANDA; VALE, 2015).

Perante o exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o potencial fotoprotetor de extratos hidroetanólicos de *B. holophylla* obtidos por maceração a partir das folhas (EF) e do pericarpo (EP), os quais foram incorporados a uma base dermocosmética (BD) avaliada em relação ao fator de proteção solar (FPS) espectrofotométrico assim como os parâmetros físico-químicos, como pH e espalhabilidade.



## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Amostra e preparação dos extratos**

As folhas e o pericarpo de *B. holophylla* (Bong.) Steud. foram coletados em uma região com características predominantes de cerrado, Ijaci, sudeste de Minas Gerais (SISBIO nº. 24542-3 / IBAMA Registro: 5042260).

Os extratos brutos foram preparados por maceração de acordo com Orlanda e Vale (2015), através da adição de 50 g da droga vegetal triturada em 400 mL de solução hidroetanólica (etanol 80% v/v). Posteriormente, foram deixados em repouso por 14 dias, ao abrigo de luz e em temperatura ambiente ( $25,0 \pm 2,0$  °C), com agitação manual a cada 24 horas.

A partir da obtenção dos extratos hidroetanólicos realizaram-se avaliação por espectrofotometria dos teores de fenólicos e flavonoides totais presentes no pericarpo e na folha da espécie *Bauhinia holophylla*.

### **Doseamento dos compostos fenólicos**

#### **Teor de compostos fenólicos totais**

Determinou-se o teor de fenólicos totais por meio da técnica descrita por Folin-Ciocalteu, com algumas adaptações (FONSECA *et al.*, 2017). Adicionou-se o extrato (250 µL) à solução reativa, contendo o reagente Folin-Ciocalteu (2.250 µL), previamente diluído em água destilada na proporção 1:4 (v/v), e uma solução saturada de carbonato de sódio (250 µL). A mistura foi submetida a agitação mecânica vigorosa em Vortex (QL-901, Vertex) e, em seguida, deixada em repouso por 30 minutos à temperatura ambiente (15 – 30 °C). A absorbância foi determinada por espectrofotometria (NI 1600UV, NOVA Instruments) em 750 nm e a curva analítica construída com ácido gálico (200 µg/mL). O teor total de compostos



fenólicos (FT) presentes no extrato foi expresso como  $\mu\text{g}$  equivalentes de ácido gálico/mL (EqAG/mL).

### **Teor de taninos totais**

Uma alíquota de extrato foi submetida ao doseamento de taninos totais de acordo com Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2019b) com algumas modificações. Uma alíquota de 1,5mL deste mesmo extrato foi homogeneizada com 150 mg de polivinilpolipirrolidona (PVPP) e essa mistura foi centrifugada a 3.000 g durante 10 minutos, a fim de precipitar o complexo PVPP-taninos. Posteriormente, coletou-se apenas o sobrenadante, contendo compostos fenólicos não tânicos para doseamento, conforme descrição para determinação dos teores de fenólicos totais citado anteriormente. Ácido gálico foi utilizado como substância ~~padrão~~ de referência, ~~conforme no método descrito anterior~~. Os teores de fenólicos não tânicos, assim como o teor de fenólicos totais, foram expressos em  $\mu\text{g}$  equivalentes ácido gálico/mL (EqAG/mL) de amostra. Calculou-se o teor de taninos totais (TT) através da equação 1.

$$\text{Equação 1: } TT = FT - FNT$$

em que: TT = teor de taninos totais; FT = teor de fenólicos totais; FNT = teor de fenólicos não tânicos.

### **Teor de flavonoides totais**

Realizou-se o doseamento de acordo com a Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2019b). Para a leitura das absorbâncias, transferiu-se 1900  $\mu\text{L}$  de uma solução hidroetanólica (50:50 V/V) e 100  $\mu\text{L}$  do extrato para um tubo de ensaio, em seguida, adicionou-se 500  $\mu\text{L}$  de uma solução alcoólica de cloreto de alumínio ( $\text{AlCl}_3$ ) a 5 % (m/V). A curva analítica foi construída com quercetina (100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) e o teor de flavonoides totais expresso em  $\mu\text{g}$  equivalentes a quercetina por mL de extrato.



## **Avaliação das formulações**

### **Estudo e seleção de uma BD**

Bases dermocosméticas foram preparadas de acordo com a regra de Bancroft (ECCLESTON, 2002) e analisadas comparativamente com um protetor solar industrializado. Para tanto, foram produzidas cinco emulsões óleo-em-água (O/A) constituídas por Paramul J<sup>®</sup> (P) na fase oleosa e por hidroxietil celulose (H), na fase aquosa ou simplesmente água, empregando-se diferentes concentrações dos ingredientes P e H, como segue respectivamente: BD 1 = 5 e 4 %; BD 2 = apenas P 10 %; BD 3 = 8 e 1 %; BD 4 = 10 e 1 % e BD 5 = apenas P 8 %.

As referidas bases foram analisadas sensorialmente quanto ao **seu** toque (seco, sedoso, pegajoso, gorduroso) pelos próprios pesquisadores. Em seguida, foram submetidas ao teste de estabilidade físico (centrifugação) e a determinações físico-químicas (pH e espalhabilidade). Vale dizer aqui que a base escolhida foi a BD 1, em que a composição final compreendeu Paramul J<sup>®</sup> (5,0 % m/m), hidroxietil celulose (4,0 % m/m), glicerina (5,0 % m/m), EDTA (0,01 % m/m), sorbato de potássio (0,02 % m/m), triglicérides do ácido cáprico-caprílico (5,0 % m/m) e quantidade suficiente de água purificada para 100,0 % m/m.

### **Teste de centrifugação**

Para a realização do ensaio, tubos falcon (n = 3) contendo 5,0 g de cada BD foram centrifugados por 30 minutos a 1.350 g utilizando centrífuga (EEQ-9004/B, Edutec) em temperatura ambiente (15 – 30 °C). Em seguida, as amostras foram avaliadas visualmente em busca da formação de precipitados, separação de fases, formação de sedimento compacto e coalescência, com a finalidade de identificar possíveis instabilidades nas formulações (DAHER *et al.*, 2014).

### **Determinação do pH**

Os valores de pH das formulações foram determinados após 24 horas de preparação utilizando-se um pHmetro digital microprocessado (mPA-210,



Tecnopon). Dispersões a 10 % (m/V) foram preparadas, em triplicata, usando água purificada à temperatura de  $25,0 \pm 2,0$  °C. O aparelho foi calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e 4,0, tendo seu eletrodo submetido a lavagens entre as amostras com o propósito de prevenir contaminação cruzada (DAHER *et al.*, 2014).

### **Determinação da espalhabilidade**

A determinação da espalhabilidade ( $E_i$ ) da formulação industrial norteou a escolha da BD para posterior incorporação dos extratos em questão e obtenção das formulações submetidas à avaliação espectrofotométrica da atividade fotoprotetora.

Para tanto, utilizou-se uma placa molde circular de vidro, com 20 cm de diâmetro e 4 mm de espessura, contendo um orifício central de 1,2 cm de diâmetro. Sob essa placa foi posicionada uma folha de papel milimetrado e a amostra foi introduzida no orifício da placa molde, nivelando-se com uma espátula. A placa molde foi cuidadosamente retirada, evitando o deslocamento da amostra adicionada, sobre a qual foram posicionadas, individualmente, placas circulares de vidro com as seguintes massas: 225,80; 465,40; 607,70 e 756,80 g. Após um minuto, mediu-se o diâmetro alcançado em milímetros e calculou-se a  $E_i$  das amostras através da equação 2:

$$\text{Equação 2:} \quad E_i = d^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

em que:  $E_i$  = índice de espalhabilidade da amostra para o peso  $i$  (em g), em  $\text{mm}^2$ ,  $d$  = diâmetro em mm e  $\pi = 3,14$ . Todas as determinações foram realizadas em triplicata à temperatura de  $25,0 \pm 2,0$  °C (CORDEIRO *et al.*, 2013; FLECK *et al.*, 2016).

### **Avaliação do FPS espectrofotométrico**

Primeiramente, preparou-se um protetor solar constituído pela associação de três filtros orgânicos UVB aprovados para uso no Mercosul (BRASIL, 2016): benzofenona 3 (4,0 % m/m), metoxicinamato de etilhexila (4,0 % m/m) e



metoxicinamato de isoamila (5,0 % m/m) com FPS estimado 15, os quais foram adicionados à BD selecionada. O cálculo do FPS teórico foi realizado utilizando-se a ferramenta digital disponível em [https://sunscreensimulator.basf.com/Sunscreen\\_Simulator/login](https://sunscreensimulator.basf.com/Sunscreen_Simulator/login). Esta formulação foi usada como controle positivo para a verificação do potencial fotoprotetor dos extratos, sendo denominada como BDCP.

Em seguida, outras formulações foram preparadas adicionando-se 2,0 %, 5,0 % e 8,0 % de diferentes extratos de *B. holophylla* à BDCN, sendo divididas em grupos. O grupo contendo o EF foi denominado GEF2, GEF5 e GEF8. Já o grupo contendo o EP foi nomeado como GEP2, GEP5 e GEP8. Por fim, ambos os extratos foram incorporados à BDCP na concentração de 5,0 % dando origem à BDCP-EF5 e BDCP-EP5.

Para a determinação do FPS espectrofotométrico empregou-se o teste de Mansur (1986) com adaptações, diluiu-se 0,50 g de cada amostra (n=3) em álcool isopropílico, grau espectrofotométrico, até a concentração final de 0,20 mg/mL (ROCHA *et al.*, 2011). As leituras foram registradas de 290 a 320 nm considerando intervalos de 5 nm usando um espectrofotômetro UV-VIS Nova Instruments 1600UV, cubeta de quartzo de 1,0 cm de caminho óptico e o referido solvente como branco. O cálculo do FPS foi realizado de acordo com a Equação 3 (FARIAS *et al.*, 2017).

$$\text{Equação 3: } FPS = FC \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times ABS(\lambda)$$

em que: FC = fator de correção (10); EE( $\lambda$ ) = efeito eritemogênico da radiação de comprimento de onda  $\lambda$ ; I( $\lambda$ ) = intensidade do sol no comprimento de onda  $\lambda$ ; ABS( $\lambda$ ) = absorvância da solução no comprimento de onda  $\lambda$  (FARIAS *et al.*, 2017).

A BDCN também foi submetida à avaliação espectrofotométrica nas condições descritas acima e não revelou efeito de matriz, ou seja, não apresentou leitura no intervalo de 290 a 320 nm.



### **Análise estatística**

Todos os valores foram expressos como média aritmética e desvio padrão da média ( $\bar{X} \pm DP$ ). Dados fitoquímicos foram analisados aplicando-se o teste t. Dados de Ei, pH e FPS foram submetidos a análise de variância *one-way ANOVA*, prosseguindo para um pós-teste: Tukey HSD (honest significance difference). Todas as análises estatísticas foram realizadas no intervalo de confiança de 95% ( $p < 0,05$ ) usando o software GraphPad Prism, v.5.0.

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Vários grupos de pesquisa têm se dedicado à busca por novas substâncias, particularmente de origem vegetal, com atividade fotoprotetora da pele (KAUR; SARRAF, 2010; CEFALI *et al.*, 2016; CEFALI *et al.*, 2019). É importante enfatizar que dentre as propriedades de um protetor solar estão a prevenção do fotoenvelhecimento cutâneo e da fotocarcinogênese, bem como o gerenciamento de fotodermatoses (MANCUSO *et al.*, 2017).

Sabe-se que a *B. holophylla* é uma espécie rica em compostos antioxidantes, principalmente flavonoides como quercetina, miricetina, luteolina e campferol (CAMAFORTE *et al.*, 2019). Esses compostos além de apresentarem capacidade absorviva na região do espectro UV, ainda mostraram-se capazes de exercer efeitos inibitórios e protetores ao DNA em eventos celulares e moleculares induzidos por este tipo de radiação luminosa. Ademais, podem estimular mecanismos de reparo de DNA após danos oxidativos, sugerindo, assim, possível efeito antimutagênico e quimiopreventivo (DAHER *et al.*, 2014; NUNES *et al.*, 2018; RIBEIRO *et al.*, 2018).

A Tabela 1 traz os resultados encontrados a partir das determinações fitoquímicas realizadas com os extratos preparados no presente trabalho.



Tabela 1. Análise fitoquímica de extratos hidroetanólicos de *Bauhinia holophylla*.

Tipo de extrato	Determinação fitoquímica		
	Compostos fenólicos ( $\mu\text{g EqAG/mL}$ ) <sup>1</sup>	Teor de taninos ( $\mu\text{g EqAG/mL}$ ) <sup>1</sup>	Teor de flavonoides ( $\mu\text{g EQ/mL}$ ) <sup>2</sup>
EF	18,64 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	15,66 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	3,70 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>
EP	21,18 $\pm$ 1,43 <sup>b</sup>	18,92 $\pm$ 1,54 <sup>a</sup>	3,03 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>
Valor de <i>p</i>	0,0137	0,0813	0,1223

Legenda: <sup>1</sup>EqAG/mL: Equivalentes ácido gálico por mililitro de extrato; <sup>2</sup>EQ/mL: Equivalentes quercetina por mililitro de extrato. Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente ( $p > 0,05$ ).

Os teores de taninos e de flavonoides encontrados não apresentaram diferenças significantes entre amostras de pericarpo e foliar. No entanto, houve diferenças significativas ( $p = 0,0137$ ) entre compostos fenólicos dos extratos do das folhas e do pericarpo, com destaque para o segundo com 13 % a mais de substâncias fenólicos (Tabela 1).

A presença de compostos fenólicos, especialmente flavonoides, e a ação antioxidante desses compostos correlacionam-se à capacidade fotoprotetora de algumas espécies vegetais. O uso de espécies ricas em compostos antioxidantes, como a *B. holophylla*, pode ser uma alternativa para formulação de protetores solares e produtos multifuncionais com benefícios de proteção contra a radiação UV (DAHER *et al.*, 2014; ORLANDA; VALE, 2015). Nesse cenário, a presença de flavonoides e taninos assume uma posição de destaque em termos da absorção espectral pela radiação solar na faixa do UVB com finalidade de antienvhecimento e de fotoproteção (REIS *et al.*, 2016; ROCHA *et al.*, 2011; BAKER *et al.*, 2017).

Sabe-se que a exposição aos raios UV induz a formação de espécies reativas de oxigênio (EROS) que estimulam as metaloproteinases e levam à degradação de componentes da matriz extracelular, além de promover a liberação de citocinas inflamatórias. Em contrapartida, o efeito antioxidante e anti-inflamatório

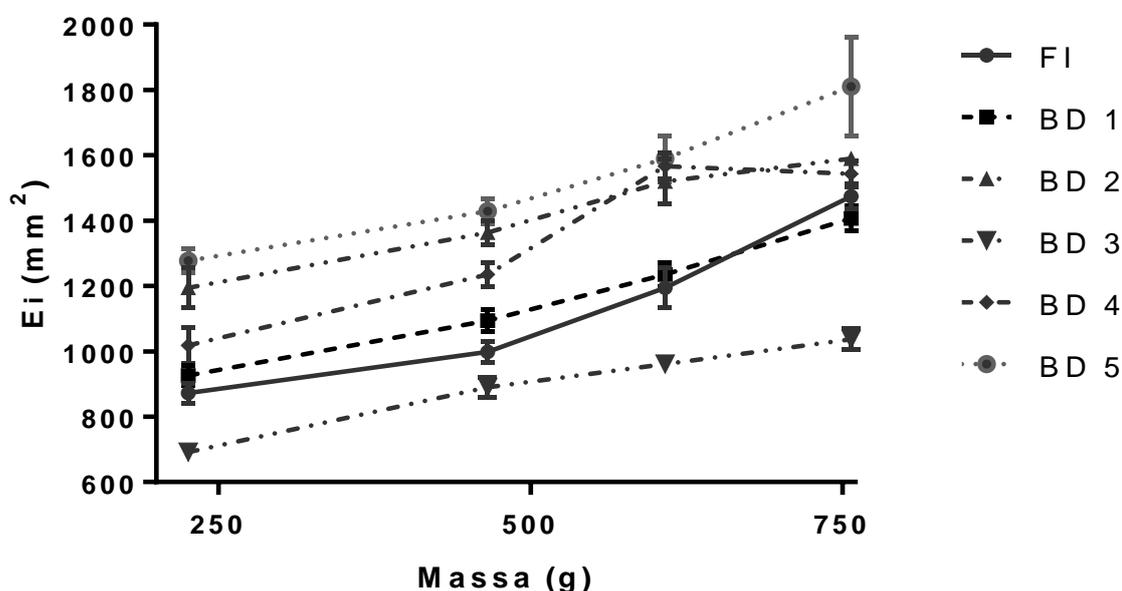


dos polifenóis têm desempenhado um papel relevante por combater os danos causados pelas EROS (HE *et al.*, 2021).

Antes da avaliação da atividade fotoprotetora realizaram-se ensaios em busca de uma formulação com estabilidade preliminar apropriada e características sensoriais comuns no mercado cosmético. Sabe-se que, neste caso, as características reológicas podem influenciar no desempenho do produto, por essa razão as bases testadas foram comparadas a uma formulação fotoprotetora industrializada (FI). As preparações semissólidas com finalidade de fotoproteção devem ser de fácil espalhamento, capazes de formar um filme protetor, que possa revestir a pele de maneira uniforme (FERREIRA *et al.*, 2020; DAHER *et al.*, 2014; POYATO *et al.*, 2013; SARRUF *et al.*, 2013; GASPAR; MAIA CAMPOS, 2003).

Neste sentido, comparou-se a espalhabilidade de uma FI com emulsões contendo diferentes concentrações da base autoemulsionante Paramul J<sup>®</sup> associada ou não a um espessante hidrofílico, a hidroxietil celulose (Figura 1).

**Figura 1:** Espalhabilidade comparativa de um fotoprotetor industrializado com as bases emulsivas propostas inicialmente para o presente trabalho.



Legenda: FI = protetor solar industrial; BD 1 = Paramul J<sup>®</sup> (5,0 % m/m) e hidroxietil celulose (4,0 % m/m); BD 2 = Paramul J<sup>®</sup> (10,0 % m/m); BD 3 = Paramul J<sup>®</sup> (8,0 % m/m) e hidroxietil celulose (1,0 % m/m); BD 4 = Paramul J<sup>®</sup> (10,0 % m/m) e hidroxietil celulose (1,0 % m/m); BD 5 = Paramul J<sup>®</sup> (8,0 % m/m).

A Figura 1 mostra que a BD 1 apresentou índices de espalhabilidade mais próximos em relação ao protetor solar industrializado, enquanto as demais bases apresentaram-se muito fluidas (BD 2, BD 4 e BD 5) ou demasiadamente consistente (BD 3). É importante mencionar que o Paramul J<sup>®</sup> é uma cera autoemulsionante não iônica composta por álcool cetosteárico (70 %) e seu derivado etoxilado (30 %) que dá origem a emulsões O/A estáveis na faixa de pH entre 5,0 e 7,0, de sensorial agradável, não gorduroso, brilhantes e com boa espalhabilidade, além de apresentarem compatibilidade com vários insumos ativos dermatológicos (MUNDSTOCK; FRASSON, 2013). Em paralelo, a hidroxietil celulose é um



polímero hidrofílico não iônico amplamente empregado como agente espessante em formulações de uso tópico (ROWE *et al.*, 2012).

Os resultados do teste de centrifugação e da avaliação sensorial relacionada ao toque (seco, sedoso, pegajoso ou gorduroso) foram decisivos para descartar as outras bases do presente estudo.

Destaca-se que a espalhabilidade da BD 1 não sofreu alterações significativas (dados não apresentados) após a preparação das formulações estudadas (BDCN, BDCP, GEF2, GEF5, GEF8, GEP2, GEP5, GEP8, BDCP-EF5 e BDCP-EP5). Isto sugere que nem a adição dos filtros orgânicos UVB (total de 13 % na BD) ou quaisquer concentrações dos extratos provocaram modificações na textura encontrada.

Na Tabela 2 observamos os valores de pH e de FPS espectrofotométrico encontrados para todas as formulações preparadas neste trabalho.



Tabela 2 – Valores de pH e de FPS espectrofotométrico de uma base dermocosmética (BD) contendo filtros orgânicos UVB (BDCP) associados ou não a diferentes concentrações de extratos de *B. holophylla*.

Formulação	Parâmetro analisado	
	pH	FPS
BDCN	5,03 ± 0,11	0,00 ± 0,00*
BDCP	5,08 ± 0,10	13,23 ± 0,19*
GEF2	5,07 ± 0,03	10,63 ± 0,28*, a, α
GEF5	5,29 ± 0,07	12,09 ± 0,10*, a, β
GEF8	5,16 ± 0,05	14,34 ± 0,07*, a, δ
GEP2	5,07 ± 0,07	9,08 ± 0,13*, b, α
GEP5	5,35 ± 0,04	9,67 ± 0,07*, b, β
GEP8	5,06 ± 0,10	9,96 ± 0,01*, δ
BDCP-EF5	5,09 ± 0,07	16,54 ± 0,31*, c
BDCP-EP5	4,78 ± 0,04	15,35 ± 0,07*, c

**BDCN:** BD como controle negativo; **BDCP:** BD como controle positivo com estimativa de FPS 15; **GEF2:** BD contendo EF a 2,0% (p/p); **GEF5:** BD contendo EF a 5,0% (p/p); **GEF8:** BD contendo EF a 8,0% (p/p); **GEP2:** BD contendo EP a 2,0% (p/p); **GEP5:** BD contendo EP 5,0% (p/p); **GEP8:** BD contendo EP 8,0% (p/p); **BDCP-EF5:** BDCP associada a 5,0% (p/p) de EF; **BDCP-EP5:** BDCP associada a 5,0% (p/p) de EP.

\*Diferença significativa entre todos os grupos. Letras latinas iguais <sup>a, b e c</sup>: diferença significante intergrupo. Letras gregas iguais <sup>α, β e δ</sup>: diferença significante intragrupo.

Verificou-se que o pH 5,0 (BDCN e BDCP) variou de 4,8 a 5,3 na presença dos extratos, sendo eles BDCP-EP5 e GEP5, respectivamente (Tabela 2). Isto indica que a adição dos extratos de *B. holophylla* não promoveu alterações relevantes neste parâmetro físico-químico, o que seria indicativo de um processo de degradação química. Além disso, os referidos valores mantiveram-se compatíveis com o pH de homeostase da pele, aptos ao uso dermatológico (KANG *et al.*, 2012).



Ainda na Tabela 2, ressalta-se que os valores de FPS das formulações contendo EF foram significativamente superiores aquelas contendo EP em todas as concentrações. Isto pode ser atribuído ao maior teor de flavonoides encontrado no EF (Tabela 1). Verificou-se também que o FPS alcançado foi influenciado pela quantidade de extrato adicionada. Além disto, a associação dos extratos à BDCP ampliou estatisticamente o potencial fotoprotetor na concentração estudadas (5,0 %).

Tais resultados sugerem que a adição dos extratos, do pericarpo e da folha, nas formulações, possibilitou uma atividade fotoprotetora, a qual foi avaliada pelo método de Mansur. Essa atividade foi observada em diversas outras espécies, em estudos utilizando a mesma técnica, como *Schinopsis brasiliensis* (braúna-do-sertão), *Bauhinia microstachya* (pata-de-vaca), *Helichrysum arenarium* (Macela do campo), *Crataegus monogyna* (Espinheiro alvar), *Punica granatum* (Romã) e *Sambucus nigra* (Sabugueiro) (ORLANDA; VALE, 2015; SILVA; LOPES, 2018; REIS *et al.*, 2016; LIMA-SARAIVA *et al.*, 2017).

Embora o extrato do pericarpo nas formulações GEP tenha apresentado atividade fotoprotetora interessante (FPS entre 9,08 e 9,96), o extrato das folhas da *B. holophylla* (GEF) mostrou-se mais eficiente (FPS entre 10,63 e 14,34). Ressalta-se aqui que os teores flavonoides encontrados em ambos os extratos não exibiram diferença significativa, ao passo que o teor de compostos fenólicos encontrados no EF foi significativamente menor (Tabela 1).

Em adição, a presença de 5,0 % do extrato do pericarpo e da folha na BDCP (formulação com filtros orgânicos UVB) promoveu um aumento significativo de FPS 13,23 para FPS 15,35 e FPS 16,54, respectivamente. Em contrapartida, no trabalho de revisão realizada por Carvalho e colaboradores (2015) em que foram comparados vários estudos relativos ao aumento de FPS através de extratos de plantas em formulações fotoprotetoras, não foi identificada mudança significativa no FPS após adição de extratos (CARVALHO *et al.*, 2015).



Baseado nos requisitos aplicados aos produtos cosméticos destinados à proteção solar da pele, este tipo de produto deve apresentar um comprimento de onda crítico de no mínimo 370 nm, com FPS de no mínimo 6, em que pelo menos 1/3 deste valor declarado corresponda a proteção contra UVA, chamada de FPUVA (BRASIL, 2012; SCHALKA *et al.*, 2014). Isto justifica a escolha por uma formulação de caráter não iônico, o que possibilita a adição de filtros inorgânicos para testes futuros com os extratos de *B. holophylla* (ROWE *et al.*, 2012), em especial o óxido de zinco micronizado, que apresenta amplo espectro de proteção UVA/UVB, com comprimento de onda crítico de 382 nm, em concentrações de 1 a 25%, de acordo com a ferramenta digital disponível em [https://sunscreensimulator.basf.com/Sunscreen\\_Simulator/login](https://sunscreensimulator.basf.com/Sunscreen_Simulator/login).

## CONCLUSÕES

Infere-se, portanto, que ambos os extratos de *Bauhinia holophylla*, quando adicionados nas concentrações estudadas, apresentam potencial para aumentar o FPS espectrofotométrico da formulação contendo os filtros orgânicos UVB do presente trabalho. Desse modo, sugere-se que sejam realizados estudos associando-se tais extratos, especialmente o EF de *B. holophylla*, a filtros orgânicos e/ou inorgânicos com proteção UVA, em busca de um protetor solar que cumpra todos os requisitos exigidos para assegurar a eficácia deste tipo de produto.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 30, de 1º de junho de 2012, 2012. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0030\\_01\\_06\\_2012.htm](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0030_01_06_2012.htm)

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 69, de 23 de



março de 2016. Ministério da Saúde, 2016. Disponível em:

[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2016/rdc0069\\_23\\_03\\_2016.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2016/rdc0069_23_03_2016.pdf)

BRASIL. **Estimativa 2020: Incidência de Câncer no Brasil**. Ministério da Saúde/ Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Rio de Janeiro: INCA, 2019a. Disponível em:

<https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/estimativa-2020-incidencia-de-cancer-no-brasil.pdf>

BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. Volume I. 6.ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019b.

CAMAFORTE, N. A. P.; SALDANHA, L.L.; VAREDA, P. M. P.; et al. Hypoglycaemic activity of *Bauhinia holophylla* through GSK3- $\beta$  inhibition and glycogenesis activation. **Pharmaceutical Biology**, v. 57, n. 1, p. 269-279, 2019.

CARVALHO, J. C. S.; GARCIA, P. S. P.; VIGNOL, S. R.; PEDRIALLI, C. A. Estudo do impacto da utilização de ativos vegetais em fotoprotetores. **InterfacEHS**, v. 10, n. 2, p. 62-81, 2015.

CEFALI, L. C.; ATAIDE, J. A.; MORIEL, P.; FOGGIO, M. A.; MAZZOLA, P. G. Plant-based active photoprotectants for sunscreens. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 38, n. 4, p. 346-353, 2016.

CEFALI, L. C.; ATAIDE, J. A.; FERNANDES, A. R.; et al. Evaluation of *in vitro* solar protection factor (spf), antioxidant activity, and cell viability of mixed vegetable extracts from *Dirmophandra mollis* Benth, *Ginkgo biloba* L., *Ruta graveolens* L., and *Vitis vinifera* L. **Plants**, v. 8, n. 11, p. 453, 2019.

CORDEIRO, M. S. F.; COSTA, J. K. B.; LIMA, C. G.; et al. Desenvolvimento tecnológico e avaliação de estabilidade de gel dermatológico a partir do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe). **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 94, n. 2, p. 148-153, 2013.

DAHER, C. C.; FONTES, I. S.; RODRIGUES, R. O.; et al. Development of O/W emulsions containing euterpe oleracea extract and evaluation of photoprotective efficacy. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 50, n. 3, p. 639-652, 2014.

ECCLESTON, G. M. Emulsions and microemulsions. In: SWARBICK, J.; BOYLAN, J.C. (Editors). **Encyclopedia of Pharmaceutical Technology**. 2.ed. New York: Marcel Dekker; 2002. p. 1060–85. Vol. 2.



FARIAS, A. V.; FERNANDES, F. S.; SANTOS, R. A.; *et al.* Estudo fitoquímico e análise de fotoproteção dos extratos e óleos essenciais de *Aniba canelilla* (H.B.K) MEZ. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 3, n. 4, p. 614-620, 2017.

FERREIRA, V.; INFANTE, V.; FELIPPIM, E. C.; CAMPOS, P. Application of factorial design and rheology to the development of photoprotective formulations. **AAPS PharmSciTech**, v. 21, n. 2, p. 46, 2020.

FLECK, A.; CABRAL, P.F.; VIEIRA, F.F.; *et al.* *Punica granatum* L. Hydrogel for wound care treatment: from case study to phytomedicine standardization. **Molecules**, v. 21, n. 8, p. 1059, 2016.

FONSECA, J.C.; BARBOSA, M.A.; SILVA, I.C.A.; DUARTE-ALMEIDA, J.M.; CASTRO, A.H.F.; LIMA, L.A.R.S. Antioxidant and allelopathic activities of *Smilax brasiliensis* Sprengel (Smilacaceae). **South African Journal of Botany**, v. 111, p. 336-340, 2017.

GASPAR, L. R.; MAIA CAMPOS, P. M. B. G. Rheological behavior and the SPF of sunscreens. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 250, n. 1, p. 35-44, 2003.

HE, H.; LI, A.; LI, S., TANG, J.; LI, L.; XIONG, L. Natural components in sunscreens: Topical formulations with sun protection factor (SPF). **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 134, 111161, 2021.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). **Tipos de câncer**: Câncer de pele melanoma. Brasília: Instituto Nacional do Câncer, 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-de-pele-melanoma/profissional-de-saude>. Acesso em: 10 de setembro de 2021.

IWANAGA, C. C.; FERREIRA, L.; RODRIGUES, C.; PINTO, I. C., *et al.* Photochemoprotective Potential of the Ethyl Acetate Fraction from *Eugenia hiemalis* Leaves and Its 2,6-Di-O-galloylarbutin Isolate Against UVB-Induced Photodamage. **Photochemistry and photobiology**, v. 97, n. 5, p. 1043-1053, 2021.

KANG, J.; THAKALI, K. M.; XIE, C.; *et al.* Bioactivities of açai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. **Food Chemistry**, v. 133, n. 3, p. 671-677, 2012.

KAUR, C. D.; SARAF, S. *In vitro* sun protection factor determination of herbal oils used in cosmetics. **Pharmacognosy Research**, v. 2, n. 1, p. 22-25, 2010.



LIMA-SARAIVA, S. R. G.; OLIVEIRA, F. G. S.; JUNIOR, R. G. O.; *et al.* Chemical analysis and evaluation of antioxidante, antimicrobial and photoprotective activities of *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae). **The Scientific World Journal**, v. 2017, p. 1713921, 2017.

MANCUSO, J.B.; MARUTHI, R.; WANG, S.Q.; LIM, H.W. Sunscreens: An update. **American Journal of Clinical Dermatology**, v. 18, n. 5, p. 643-650, 2017.

MARTENS, M. C.; SEEBODE, C.; LEHMANN, J.; & EMMERT, S. Photocarcinogenesis and Skin Cancer Prevention Strategies: An Update. **Anticancer research**, v. 38, n. 2, p. 1153 – 1158, 2018.

MUNDSTOCK, M. H.; FRASSON, A. P. Z. Avaliação da estabilidade físico-química de bloqueadores solares FPS 30. **Revista Contexto & Saúde**, v. 5, n. 8, p. 57-66, 2013.

NUNES, A. R.; RODRIGUES, A. L. M.; QUEIRÓZ, D. B.; *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.

ORLANDA, J.F.F; VALE, V.V. Análise fitoquímica e atividade fotoprotetora de extrato etanólico de *Euphorbia tirucalli* Linneau (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 730-736, 2015.

POYATO, C.; NAVARRO-BLASCO, I.; CALVO, M. I.; *et al.* Oxidative stability of O/W and W/O/W emulsions: Effect of lipid composition and antioxidant polarity. **International Food Research Journal**, v. 51, n. 1, p. 132-140, 2013.

REIS MANSUR, M. C. P. P.; LEITÃO, S. G.; CERQUEIRA-COUTINHO, C.; *et al.* *In vitro* and *in vivo* evaluation of efficacy and safety of photoprotective formulations containing antioxidant extracts. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 26, p. 251-258, 2016.

RIBEIRO, D.L.; CILIÃO, H.L.; SPECIAN, A.F.L.; *et al.* Phytochemical study and evaluation of cytotoxicity, mutagenicity, cell cycle kinetics and gene expression of *Bauhinia holophylla* (Bong.) Steud. in HepG2 cells in vitro. **Cytotechnology**, v. 70, n. 2, p. 713-728, 2018.

ROCHA, L. M.; MOREIRA, S. C.; MOREIRA, L. M. A. Avaliação laboratorial do fator de proteção solar (FPS) em protetores utilizados por portadores de albinismo na Bahia. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 10, n. 2, p. 136-139, 2011a.



ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; *et al.* Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011b.

ROWE, R. C.; SHESKEY, P. J.; COOK, W.G.; FENTON, M.E. **Handbook of Pharmaceutical Excipients**. 7.ed. London: Pharmaceutical Press, 2012.

SALATINO, A. Química da Folha de Bauhinia holophylla (Bongard) Steudel. **Boletim de Botânica**, [S. l.], v. 5, p. 43-51, 1977.

SARRUF, F. D.; PERES, D. D. A.; OLIVEIRA, N.D.; *et al.* Assessment of in vitro Sun Protection Factor (FPS) and rheological profile of commercial infant sunscreens. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 31, n.1, p. 33-36, 2013.

SILVA, B. P.; LOPES, L. L. B. T. Avaliação do potencial fotoprotetor do estrato vegetal de romã (*Punica granatum* L.) em uma formulação cosmética. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, v. 6, n. 3, p. 1-19, 2018.

SCHALKA, S.; ADDOR, F. Protetores solares. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 65, p. 6-11, 2008.

SCHALKA, S.; STEINER, D.; RAVELLI, F. N.; *et al.* Brazilian Consensus on Photoprotection. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 89, n. 6 (Suppl 1), p. 1-74, 2014.