

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE FARMÁCIA**

**Uso de compostos de origem biotecnológica para o desenvolvimento de  
formulações fotoprotetoras – uma revisão bibliográfica**

**Daniela Lana Tommasi Schmitt**

**Porto Alegre, maio de 2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE FARMÁCIA**

**Uso de compostos de origem biotecnológica para o desenvolvimento de  
formulações fotoprotetoras – uma revisão bibliográfica**

**Daniela Lana Tommasi Schmitt**

**Prof<sup>a</sup>. Dra. Karina Paese  
Orientadora**

**Porto Alegre, maio de 2021**

## **Apresentação**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi realizado a partir do levantamento bibliográfico de artigos publicados nos últimos 5 anos, que avaliaram a utilização de compostos de origem biotecnológica como possíveis agentes fotoprotetores e antioxidantes para o desenvolvimento de formulações fotoprotetoras.

As normas da revista “Cosmetics & Toiletries Brasil” foram seguidas para elaboração do presente trabalho, redigido em forma de artigo. As normas estão apresentadas em anexo.

# **Uso de compostos de origem biotecnológica para o desenvolvimento de formulações fotoprotetoras – uma revisão bibliográfica**

Daniela Lana Tommasi Schmitt<sup>1</sup>, Karina Paese<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

\*karina.paese@ufrgs.br

## **RESUMO**

O uso de fotoprotetor é a forma mais eficiente de proteção contra o envelhecimento cutâneo causado pela radiação ultravioleta. Porém, seu uso tem sido associado a efeitos negativos. Assim, este estudo investigou compostos de origem biotecnológica como possíveis agentes fotoprotetores. Apesar da necessidade de estudos complementares, esses compostos mostraram-se promissores.

**Palavras-chave:** antioxidante; biotecnologia; cosmético; filtros solares; fotoproteção

## **ABSTRACT**

The use of photoprotector is the most efficient form of protection against skin aging caused by ultraviolet radiation. However, its use has been associated with negative effects. Thus, this study investigated compounds of biotechnological origin as possible photoprotective agents. Despite the need for further studies, these compounds have shown promise.

**Keywords:** antioxidant; biotechnology; cosmetic; sunscreens; photoprotection

## **RESUMEN**

El uso de fotoprotectores es la forma más eficaz de protección contra el envejecimiento cutáneo provocado por la radiación ultravioleta. Sin embargo, su uso se ha asociado con efectos negativos. Así, este estudio investigó compuestos de origen biotecnológico como posibles agentes fotoprotectores. A pesar de la necesidad de realizar más estudios, estos compuestos se han mostrado prometedores.

**Palabras clave:** antioxidante; biotecnología; cosmético; protectores solares; fotoproteccion

## 1 Introdução

A radiação ultravioleta (UV) que atinge a superfície da Terra é dividida em UVA (400-315 nm), UVB (315 – 280 nm) e UVC (280-200 nm) [1]. A radiação UVB é absorvida pelo DNA, causando danos diretos, como mutações e formação de subprodutos tóxicos, enquanto a radiação UVA está fortemente relacionada à formação de espécies reativas de oxigênio (ROS), alterando e induzindo a expressão de uma série de enzimas degradadoras de colágeno e elastina, resultando em respostas de fotoenvelhecimento. A exposição da pele humana à radiação UV pode produzir efeitos de curto prazo, como eritema, queimaduras solares e hiperpigmentação, bem como efeitos de longo prazo, como fotoenvelhecimento, carcinomas e modificações no comportamento do sistema imunológico [2].

Diversos marcadores biológicos estão associados aos danos causados pela radiação UV. Na pele saudável, os fibroblastos, células encontradas na derme, são responsáveis por produzirem componentes fundamentais da matriz extracelular (MEC), como elastina e colágenos tipos 1 e 3 [3]. Células envelhecidas ou danificadas, no entanto, produzem metaloproteinases de matriz (MMPs), incluindo MMP-1 e MMP-3, que induzem a degradação do colágeno, e conseqüentemente, prejudicam a formação da MEC na derme [3]. A pele biologicamente envelhecida e irradiada por UV, sofre mecanismos moleculares comuns associados ao envelhecimento, como a indução da regulação negativa da expressão de colágeno tipo 1 e 3 e a regulação positiva da expressão de MMPs [4].

Para proteger a pele desses danos, foram desenvolvidas formulações fotoprotetoras compostas principalmente por filtros orgânicos e inorgânicos. Os filtros inorgânicos são partículas sólidas, geralmente opacas e insolúveis em lipídios e água que, quando aplicados na pele, criam uma barreira capaz de dissipar ou absorver a radiação UV. Já os filtros orgânicos, são compostos aromáticos capazes de absorver a radiação antes que ela provoque danos à pele [5].

Apesar da importância e dos benefícios que o uso de fotoprotetores traz, sua utilização tem sido associada também a efeitos negativos, tanto para humanos quanto para o meio ambiente. Reações alérgicas, fototoxicidade e desregulações endócrinas

estão entre os principais efeitos observados em humanos. No meio ambiente, os filtros UV podem ser acumulados no meio aquático, causando branqueamento de recifes de coral, ou distúrbios hormonais em mamíferos. Diante desse cenário, o desenvolvimento de fotoprotetores biológicos é uma opção mais benéfica e ecológica, devido à sua baixa toxicidade e caráter biodegradável [1].

Há décadas, a biotecnologia tem proporcionado o desenvolvimento de bioprodutos para as mais diversas áreas [6], dentre elas, a indústria farmacêutica e cosmética. Os principais focos de pesquisa são substâncias extraídas e/ou isoladas a partir de organismos aquáticos, microrganismos, animais e plantas.

Ao serem expostos a condições agressivas, como radiação UV, estes organismos são capazes de produzir metabólitos secundários para se adaptar e sobreviver [1]. Esses compostos já foram amplamente estudados para diversas atividades biológicas, como antimicrobianos e anti-inflamatórios, no entanto, estudos relacionados à capacidade fotoprotetora e antioxidante ainda não haviam sido realizados em vários desses metabólitos.

Devido à ampla variabilidade de organismos presentes no ambiente, que podem fornecer metabólitos secundários de interesse para a fotoproteção, e devido aos riscos associados ao uso de filtros orgânicos e inorgânicos classicamente empregados, a presente revisão de literatura objetivou reunir dados experimentais publicados que apresentam a possibilidade de utilizar compostos de origem biotecnológica como possíveis agentes fotoprotetores e antioxidantes.

## **2 Metodologia**

Foi realizada uma revisão da literatura, através de uma busca nas bases de dados online PubMed, Scielo, ScienceDirect e Web of Science. A busca foi realizada utilizando operadores booleanos (AND e OR) com os termos: “biotechnology” e “cosmetic”, combinados com “sunscreen” ou “photoprotection”. Foram selecionados apenas os artigos completos dos últimos cinco anos (2017-2021).

A seleção dos artigos foi realizada pela leitura do título, resumo, materiais e métodos e conclusão. Os critérios de inclusão foram: compostos de origem biológica

natural, realização de testes com radiação UVA e/ou UVB, realização de testes de FPS e/ou marcadores biológicos, testes *in vitro* e *in vivo*. Foram excluídos os artigos onde o foco foi a metodologia de obtenção do composto.

Após a leitura, os artigos foram classificados conforme a origem do composto estudado, sendo elas: marinha, microbiológica, animal e vegetal. Dentro dos grupos, os estudos foram apresentados e discutidos de acordo com os testes realizados. No total, 34 artigos foram utilizados.

Todas as etapas discutidas na metodologia foram realizadas por um único pesquisador.

### **3 Resultados e Discussão**

#### **3.1 Origem Marinha**

A escolha do uso de organismos marinhos, como algas, microalgas ou cianobactérias dá-se pela sua capacidade de produzir diversos metabólitos secundários para sobreviver e se adaptar às condições agressivas as quais são expostas, como a radiação UV [3] e estresse oxidativo [1]. Os aminoácidos semelhantes à micosporina são moléculas que apresentam propriedades antioxidantes e picos de absorção entre 310 e 360 nm, principalmente [2]. A proteção contra o estresse oxidativo também é observada com a utilização de polifenóis e carotenóides, pigmentos que possuem funções protetoras da fotossíntese em organismos fotossintéticos e propriedades antioxidantes benéficas para a saúde humana [3].

Lee et al. (2017) e Kim et al. (2019) avaliaram, respectivamente, os efeitos protetores de extratos de *Arthrospira platensis* e *Nannochloropsis oceanica*, contra os danos celulares causados pela exposição à radiação UV. Os estudos foram realizados a partir da exposição de fibroblastos à radiação UVB e avaliação de marcadores associados aos danos, como expressão de MMPs e de genes associados à produção de colágeno (COL1A1 e COL3A1), bem como a morte celular e produção de espécies reativas de oxigênio.

Inicialmente, os extratos foram avaliados quanto à toxicidade para garantir que não provocam a morte dos fibroblastos. Para a avaliação do efeito protetor dos extratos

de *Arthrospira platensis* contra a citotoxicidade induzida por UVB, diversos extratos foram preparados. As células passaram por pré-tratamento e exposição à radiação, e os extratos que apresentaram os melhores resultados de viabilidade celular foram selecionados como possíveis agentes protetores e utilizados para os demais experimentos. Além da citotoxicidade, também foi avaliado o efeito fotoprotetor dos extratos. Os autores constataram um aumento de  $39,81\% \pm 7,52\%$  na viabilidade celular após o pré-tratamento com o extrato preparado nas condições de alto estresse induzido pela luz, biomassa seca, ultra sonicação e etanol. O efeito dos extratos na expressão de marcadores biológicos apresentou resultados positivos na regulação da expressão das MMPs, onde houve 31% e 29% de diminuição na expressão de MMP-1 e MMP-3, respectivamente [4].

O extrato de *Nannochloropsis oceanica* também mostrou ser não tóxico para os fibroblastos, possibilitando a realização dos demais testes. Os autores observaram que o extrato aumentou em 121,11% e 63,14% a expressão dos genes COL3A1 e COL1A1, respectivamente. Além disso, a regulação negativa da expressão de MMP-1 e MMP-3 também ocorreu nas células tratadas. Considerando esses resultados, o teste de proteção contra radiação UVB foi realizado e constatou-se que o extrato recupera de maneira significativa a perda de viabilidade celular induzida por UVB [3].

A viabilidade celular também pode ser medida pela produção de espécies reativas de oxigênio após exposição à radiação UVB. Foi observado que o pré-tratamento com o extrato diminuiu significativamente a produção de ROS induzida por UVB[3]. Todos esses benefícios foram associados à presença de violaxantina, o pigmento carotenóide predominante na *Nannochloropsis oceanica* [3].

Uma outra forma de avaliar o potencial protetor é através da análise de componentes naturais presentes em organismos aquáticos, que possuem ação fotoprotetora e antioxidante [1]. A presença e atividade dessas moléculas em formulações foi estudada por Vega et al. (2020) a partir de cianobactérias e algas.

Para a avaliação da capacidade fotoprotetora, os extratos foram incluídos em cremes e todos apresentaram aumento na fotoproteção quando comparados ao creme base. No creme com extrato de *Porphyra umbilicalis*, o maior aumento de absorbância foi observado na região do UVA, com cerca de 40% de aumento em comparação ao

creme base. Já o creme com o extrato de *Scytonema* sp. apresentou aumento de absorção na região do UVB, com 15% de aumento em relação ao creme base. Além disso, foram medidos os fatores de proteção solar das formulações, onde os autores obtiveram valores de 2,1 para *Porphyra umbilicalis* e 1,9 para *Scytonema* sp. [1].

Considerando o potencial desses organismos como fontes promissoras de substâncias bioativas para cosméticos, principalmente pela capacidade fotoprotetora, Schneider et al. (2020) avaliaram extratos de macroalgas e líquen para tal capacidade. Foram selecionadas diversas espécies de macroalgas e um líquen marinho, analisadas principalmente frente a capacidade de fotoproteção, presença de aminoácidos semelhantes a micosporina e polifenóis [2].

A fotoproteção está fortemente relacionada à estrutura do polifenol devido à sua capacidade de absorver radiação, além de eliminar radicais livres. Schneider et al. (2020) determinaram que os extratos de *Sargassum vulgare* e *Porphyra umbilicalis* apresentaram maior quantidade de polifenóis e potencial antioxidante, sendo que o último apresentou também a maior quantidade de aminoácidos semelhantes à micosporina [2].

As propriedades de fotoproteção foram verificadas usando duas metodologias *in vitro*, a radiação de absorção de radiação (%ESAR) e índice de fotoproteção do extrato (EPI), que avaliam a radiação absorvida e transmitida, respectivamente. Valores maiores de %ESAR indicam maior potencial de absorção de radiação UV em determinados comprimentos de onda, resultando em maior proteção, com diminuição ou inibição da resposta biológica. Os extratos com os melhores resultados foram de *Porphyra umbilicalis*, que apresentou 37% de ESAR, na concentração aplicada de 2 mg de peso seco/cm<sup>2</sup> e 80% com 16 mg de peso seco/cm<sup>2</sup> e *Sargassum vulgare*, que apresentou 90% de ESAR também em 16 mg de peso seco/cm<sup>2</sup> com EPI entre 10-15 [2].

Apesar de terem sido realizadas metodologias e testes diferentes nos estudos citados anteriormente, os autores encontraram resultados promissores e vantagens na utilização dos extratos provenientes dos organismos marinhos para a fotoproteção. Ao optarem pela utilização de experimentação *in vitro*, Lee et al. (2017) e Kim et al. (2019) puderam avaliar os efeitos dos extratos e estimar quais seriam as consequências em fibroblastos, uma das células presentes na derme e envolvidas no fotoenvelhecimento induzido pela exposição à radiação UVB. A diminuição da expressão de MMPs e aumento

da expressão dos genes associados à produção de colágeno são resultados vantajosos para potenciais fotoprotetores. Para avaliações futuras, os extratos podem ser adicionados a formulações cosméticas e avaliados frente ao fator de proteção solar (FPS). Adicionalmente, Vega et al. (2020) observaram que os extratos de *Porphyra umbilicalis* e *Scytonema* sp. incorporados em cremes são capazes de absorver radiação na região UVA e UVB, respectivamente. No entanto, os valores de FPS obtidos estão abaixo do estabelecido pela ANVISA, que requer um FPS de no mínimo 6 [7]. Sendo assim, uma possível abordagem seria a combinação destes extratos em uma mesma formulação ou ainda, a adição desses em formulações contendo filtros solares orgânicos e inorgânicos convencionais, possibilitando a diminuição da concentração destes filtros.

Mais um resultado promissor foi encontrado por Schneider et al. (2020), onde os autores observaram que os extratos de *Porphyra umbilicalis* e *Sargassum vulgare* apresentaram 80% e 90% de ESAR, respectivamente, justificando estudos futuros de desenvolvimento de formulações para avaliação do potencial fotoprotetor.

### **3.2 Origem Microbiológica**

Uma das consequências da exposição à radiação UV é a alteração da estrutura do DNA por efeito da produção de radicais livres. Dentre as moléculas oxidantes produzidas, a mais forte é o ânion superóxido ( $O_2^-$ ), que pode ser neutralizado pela enzima superóxido dismutase (SOD). Em função da perda da atividade dessa enzima após a exposição da pele às radiações UV e calor, uma alternativa é a busca por SOD proveniente de organismos extremófilos. De acordo com as condições físicas e químicas que esses organismos são encontrados, eles podem ser considerados potenciais fontes de enzimas estáveis e com alta capacidade de funcionar em condições adversas. Foi a partir deste contexto que Palmieri et al. (2019) investigaram Mn-SOD (enzima associada ao metal manganês presente em procariotos e mitocôndrias), derivada de *Deinococcus radiodurans* [8].

Os testes realizados em queratinócitos mostraram que os extratos de Mn-SOD resgataram de maneira significativa as células da morte causada por oxidação, aumentando a viabilidade em cerca de 200% [8].

Além da produção de enzimas, a exposição de bactérias a condições extremas pode desencadear a produção de pigmentos para sua proteção contra, por exemplo, danos causados pela radiação UV, e esses pigmentos podem ser estudados para possível utilização em dermocosméticos. Choksi et al. (2020) estudaram o FPS e o poder antioxidante de extratos de pigmentos de bactérias e encontraram extratos com fatores de proteção até 8,34, e outros que apresentam atividade antioxidante, indicando o potencial de serem empregados como ingredientes na formulação de protetores solares [9].

O poder antioxidante também pode ser útil para uso em protetor solar, desta forma, foi avaliada a capacidade de gerar radicais livres e determinou-se que os extratos brutos de três bactérias exibiram atividade antioxidante moderada [9]. Essas propriedades também foram avaliadas por Nisha et al. (2020), que utilizaram o pigmento produzido pela bactéria *Micrococcus luteus*, o qual apresentou absorção na faixa UVA e poder antioxidante, sendo mais uma bactéria com potencial de uso em cosméticos [10].

Outro pigmento muito conhecido com propriedades protetoras é a melanina. Diante disso, Seelam et al. (2021) analisaram a capacidade de absorção de radiação UVB e potencial antioxidante da melanina Mel-P, encontrada na *Pseudomonas* sp. A citotoxicidade *in vitro* e o efeito fotoprotetor da Mel-P foram avaliadas em linhagens de fibroblastos [11].

Em relação à citotoxicidade, o Mel-P foi considerado não citotóxico com  $61,33 \pm 6,58\%$  de viabilidade celular. Após essa determinação, as células foram irradiadas com radiação UVB e foi comprovado que Mel-P eliminou efetivamente as espécies reativas de oxigênio geradas em função da exposição à radiação UVB. Uma possível explicação para esse efeito protetor pode se dar pelo fato de que as melaninas não irradiam a luz absorvida, mas dissipam a energia absorvida na forma de calor, protegendo as células contra os danos [11].

A melanina também é produzida por outros microrganismos, como a levedura *Yarrowia lipolytica* estudada por Ben Tahar et al. (2019). Foi realizada a purificação e análise do pigmento piomelanina e após comprovação da baixa citotoxicidade, os autores determinaram o FPS de quatro filtros solares comerciais suplementados com diferentes concentrações de piomelanina (0,0025, 0,005, 0,01%

p/p). Os resultados mostraram que a incorporação do composto resultou em aumento no FPS de maneira geral, com destaque para a formulação onde o fator de proteção solar passou de  $13 \pm 0,56$  para  $18 \pm 1,1$  com 0,01% de piomelanina, o que indica o potencial uso do composto na indústria cosmética para formulação de fotoprotetores [12].

Os mecanismos de proteção desenvolvidos por microrganismos vão além de pigmentos e enzimas. Guerreiro et al. (2021) relataram o desempenho do FucoPol, um polissacarídeo bacteriano contendo fucose secretado pela bactéria mesofílica *Enterobacter A47*, como um agente fotoestável com alto rendimento de absorção [6]. Para a avaliação da capacidade fotoprotetora, o FucoPol foi submetido a períodos de radiação e os resultados foram comparados com xantana e fucogel, dois biopolímeros comumente utilizados em aplicações cosméticas [6]. Também foram realizados testes *in vitro* com células epiteliais e queratinócitos.

Inicialmente foi testado o espectro de ação do FucoPol e foi observada absorção significativa na faixa de 280-400 nm, dentro da faixa de UVA e UVB. Os testes seguintes comprovaram que esse polissacarídeo não é tóxico e possui proteção UVA e UVB em concentrações de 0,02–2% (p/v) e 0,2–2% (p/v), respectivamente. A menor concentração estudada (0,02%, p/v) mostrou um fator de proteção solar de  $2,61 \pm 0,08$ , sendo cerca de 60 vezes mais fotoprotetor do que as combinações de filtros UV orgânicos e inorgânicos comuns. Diante disso, o FucoPol supera biopolímeros como xantana e fucogel em questão de proteção [6].

Os experimentos de exposição à radiação *in vitro* foram realizados irradiando as células e foi comprovado que na presença de 0,25% (p/v) de FucoPol a viabilidade celular é preservada e a morte celular induzida por radiação é evitada [6].

Palmieri et al. (2019), Nisha et al. (2020) e Seelam et al. (2021) focaram seus estudos no potencial antioxidante e obtiveram resultados promissores. Apesar disso, a utilização desses compostos em formulações ainda há de ser testada, sejam combinados com outros extratos oriundos de microrganismos ou compostos marinhos, animais ou vegetais ou, ainda, com substâncias ativas já empregadas na cosmetologia para complementação da proteção contra radiação UV.

Dos estudos que avaliaram o FPS, os valores mais promissores foram obtidos por dois autores. A piomelanina incorporada por Ben Tahar et al. (2019) em formulações

contendo filtros comerciais, apresentou resultados interessantes em uma das formulações que passou de  $13 \pm 0,56$  para  $18 \pm 1,1$  com 0,01% de piomelanina. Choksi et al. (2020) obtiveram um FPS máximo de 8,34 com um dos seus extratos puros e, possivelmente, seu uso incorporado em formulações contendo filtros comerciais também apresentaria fatores de proteção solar promissores.

### 3.3 Origem Animal

Dentre os diversos compostos oriundos de animais, o própolis é um dos mais conhecidos e amplamente estudado pelas suas atividades farmacológicas como propriedades antibacteriana, antiviral, antifúngica, antioxidantes e anti-inflamatória. Estudos recentes relataram que o própolis promove proteção UV devido ao seu efeito antioxidante, porém os efeitos do extrato no fotoenvelhecimento induzido por UVB ainda não haviam sido investigados [13] e foi isso que motivou o estudo de Ebadi e Fazeli (2017).

Os testes foram realizados por meio da avaliação da expressão de marcadores associados à longevidade após a exposição de fibroblastos à radiação UVB. Os resultados revelaram que o extrato de própolis apresenta efeitos protetores frente ao fotoenvelhecimento, melhorando a viabilidade celular e regulando os marcadores associados aos danos causados pela radiação UVB [13].

Outro grupo de compostos bastante estudado são as toxinas, como as secreções de pele de anfíbios. Qin et al. (2018) estudaram o mecanismo responsável pela redução das reações cutâneas induzidas pela exposição à radiação UVB da antioxidina-RL, um peptídeo antioxidante purificado das secreções da pele de rã da espécie *Odorrana lívida*. Com os testes *in vivo*, os autores constataram que a antioxidina-RL exerce um efeito protetor no fotoenvelhecimento da pele, equilibrando a epiderme e mantendo a densidade do colágeno através da regulação da expressão de diversos marcadores, como a MMP-1 [14].

Outra toxina já estudada com efeitos benéficos comprovados é proveniente da *Deinagkistrodon acutus* (*D. acutus*), uma cobra cujo veneno já é utilizado na medicina para tratar diversos distúrbios. Si et al. (2019) testaram se a aplicação tópica do óleo da cobra poderia proteger a pele de camundongos contra os danos induzidos por exposição

à radiação UVB e se os ácidos graxos presentes no veneno seriam os responsáveis por esses efeitos. Os resultados indicaram que as alterações adversas na pele causadas pela irradiação UVB foram muito menores nos camundongos cuja pele foi tratada com óleo de cobra ou ácidos graxos que compõem este óleo [15].

A MMP-1 também foi avaliada pelos autores e os resultados indicaram que a pele de camundongos pré-tratada com óleo de cobra ou ácidos graxos tinha um teor expressivamente maior de colágeno e menor de MMP-1, indicando que o tratamento tópico com óleo de cobra inibiu a produção de MMP-1 e a degradação do colágeno causada pela irradiação UVB [15].

Com a utilização de extratos provenientes de animais também foram observados resultados vantajosos, como a melhora na viabilidade celular de fibroblastos a partir do própolis, o efeito protetor no fotoenvelhecimento da pele com a antioxidina-RL purificado das secreções da pele de rã da espécie *Odorrana lívida* e a inibição da produção de MMP-1 e degradação do colágeno devido ao pré-tratamento com óleo de *D. acutus*. No entanto, os organismos responsáveis pela produção desses compostos não são encontrados tão facilmente quanto organismos marinhos e microrganismos, o que pode dificultar a obtenção dos compostos para posterior uso. Além disso, os resultados obtidos não apresentaram diferenciais em relação aos estudos já mencionados com outros grupos de substâncias de origem biológica.

### **3.4 Origem Vegetal**

Assim como as algas, microrganismos e alguns animais, as plantas sintetizam diversos metabólitos em resposta aos estímulos externos que servem como uma ferramenta de defesa [16]. Os polifenóis são uma das classes mais atrativas pelos seus efeitos farmacológicos benéficos para a saúde humana, especialmente pelas suas propriedades antioxidantes, por neutralizar as ações dos radicais livres e inibir processos de oxidação, além de possuírem a capacidade de absorver radiação UV [16], [17].

Devido à importância desta classe, todos os autores que investigaram o potencial antioxidante de seus compostos, identificaram e dosaram a presença de polifenóis. Na grande maioria, os flavonoides foram os polifenóis encontrados em maior quantidade.

O uso de antioxidantes em formulações contribui não só para a neutralização dos radicais livres provenientes da exposição à radiação UV, como também promove estabilidade na formulação, garantindo uma melhor ação e manutenção do FPS. Em razão disso, o potencial antioxidante é um fator bastante avaliado nos compostos de interesse para complementar a ação fotoprotetora [16].

Diversos autores, como Amrani et al. (2019), Baldisserotto et al. (2018), Bose et al. (2017), Bravo et al. (2020), El Aanachi et al. (2020), Liu et al. (2019), Ngo et al. (2017), Nunes, et al. (2018), Oliveira et al. (2020), Vijayakumar et al. (2020) e Zhou et al. (2018) investigaram a atividade antioxidante de seus compostos de interesse e todos obtiveram resultados satisfatórios, com valores superiores aos utilizados como referência.

Diante dos resultados do potencial antioxidante e presença de polifenóis, cinco estudos optaram como teste adicional apenas a determinação do FPS dos extratos através da metodologia desenvolvida por Mansur. Nunes et al. (2018) mediram o fator de proteção solar de onze plantas do cerrado Brasileiro e obtiveram FPS superior a 6 em dez dos onze extratos estudados, sendo eles *Croton sonderianus* (6,42), *Aspidosperma pyriformium* (8,83), cascas de *Amburana cearenses* (12,21), folhas de *Curatella americana* (12,77), *Aspidosperma cuspa* (12,88), cascas de *Curatella Americana* (14,74), *Luehea paniculata* (16,16), folhas de *Amburana cearenses* (17,60), *Dimorphandra gardneriana* (20,12) e *Lippia microphylla* (26,82) [7]. Resultados satisfatórios de FPS também foram encontrados por Amrani et al. (2019) nos extratos de *Chrysanthemum fontanesii*, com  $38,96 \pm 0,26$  e  $38,66 \pm 0,68$  para as folhas e flores, respectivamente [20]. El Aanachi et al. (2020) e Vijayakumar et al. (2020) testaram extratos de *Plargonium graveolens* e *Hylocereus polyrhizus*, respectivamente, obtendo valores de FPS acima de 30 em ambos os extratos [16], [21]. Em contrapartida, os fatores de proteção foram mais baixos nos testes de Klavins et al. (2021), onde os extratos de *Vaccinium myrtillus* L. e *Vaccinium vitis-idaea* L. apresentaram FPS de 3,6 e 9,4, respectivamente [22].

Os extratos de origem vegetal também podem ser utilizados com o objetivo de melhorar o fator de proteção de outro composto, como mostrado por Rincón-Fontán et al. (2018). O FPS de biocompostos baseados em diferentes minerais de mica, isolados ou em mistura com um extrato de biossurfactante, oriundo da indústria do milho, foi determinado e os autores constataram que os FPS obtidos para os minerais de mica na

ausência de biossurfactante variaram entre 0,2 e 11 e, em alguns casos, a adição de biossurfactante aumentou os valores de FPS em mais de 2.000% [23].

Ao estudar as propriedades da *Malaxis acuminata* D. Don, Bose et al. (2017) testaram também a atividade dos extratos de folha e caule frente à atividade anti-colagenase e anti-elastase. Os resultados mostraram que o extrato é eficaz na inibição de ambas enzimas, tornando a *M. acuminata* um potencial ingrediente protetor contra os efeitos da radiação UV na pele [19]. Os valores de FPS também indicaram o potencial protetor dos extratos, que em concentrações de 250 µg/ml, apresentaram valores próximos de 30 [19]. A atividade dessas enzimas também foi avaliada por Moreira et al. (2017) e Bravo et al. (2020) a partir dos extratos de *Eugenia dysenterica* DC. e diversos extratos de plantas da América Latina, respectivamente. Com 100 µg/ml do extrato de *E. dysenterica* os autores observaram 45% de inibição da atividade da elastase e 25% da colagenase [24].

Os resultados obtidos por Bravo et al. (2020) mostraram oito extratos com 100% de inibição da colagenase (polpa de *Annona cherimola*, polpa de *Eugenia stipitata*, frutos de *Euterpe oleracea*, frutos de *Myrciaria dubia*, frutos de *Solanum lycopersicum*, polpa e sementes de *Theobroma cacao* e frutos de *Theobroma grandiflorum*) e dois com inibição superior a 92% da elastase (polpa de *Eugenia stipitata* e polpa de *Theobroma cacao*) [25]. No entanto, apesar de potenciais elevados de inibição das enzimas, o maior FPS encontrado foi de 9, no extrato dos frutos de *Euterpe oleracea* [25].

Baldisserotto et al. (2018) e Oliveira et al. (2020) avaliaram os fatores de proteção solar de seus extratos em formulações cosméticas finais. Com as folhas de *Moringa oleífera*, o extrato aquoso a 4% apresentou o melhor FPS, de  $2,01 \pm 0,02$  [26]. Oliveira et al. (2020), no entanto, obtiveram resultados melhores com o extrato da casca de *Schinus terebenthifolius* Raddi, onde 5mg/ml incorporado em creme lanette a 10% apresentou FPS de  $32,40 \pm 2,44$  [17]. O perfil de absorção de emulsões contendo o extrato de *Eugenia dysenterica* mostrou pico apenas entre 260 e 290 nm, indicando que a proteção solar só ocorre na faixa de UVA [24], no entanto, não foi realizado cálculo de FPS para a formulação.

Outra abordagem utilizada por alguns estudos é a utilização de linhagens celulares *in vitro*, como fibroblastos e queratinócitos. Os principais testes relacionados à

fotoproteção realizados nesse modelo são os efeitos dos extratos na regulação da expressão de MMPs, indução da produção de prócolagênio tipo 1 e regulação da produção de espécies reativas de oxigênio após exposição à radiação UV.

No total, cinco estudos testaram a eficácia dos extratos em relação à expressão de MMPs após exposição das células à radiação UVB ou UVA+UVB. Todos os autores observaram redução na expressão e secreção das MMPs. Ngo et al. (2017) com folhas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) observaram 87,9% de redução, Liu et al. (2019) com Vina-ginsenoside R7 observaram 52,9% de redução, enquanto Bravo et al. (2020) obtiveram reduções de 63% com *B. Orellana*, 58% com *E. olarecae* e 45% com *E. Stipitata* [27], [28], [25]. Park et al (2018) e Muzaffer et al. (2019), apesar de obterem resultados positivos, não apresentaram as porcentagens de atividade dos seus extratos, *Angelica tenuissima* e *Juglans regia* L., respectivamente [29], [30].

Devido a relação das MMP com o colágeno, a atividade dos extratos na regulação da produção de prócolagênio tipo I também foi testada por alguns autores. Com o extrato das folhas de Neem houve 373,1% de aumento nos níveis de prócolagênio, 206% com Vina-Ginsenoside R7, 23% com *B. orellana*, 52% com *E. olarecae* e 107% com *E. Stipitata* [27], [28], [25]. Novamente, apesar dos efeitos positivos observados pelos extratos, Park et al. (2018) e Muzaffer et al. (2019) não apresentaram valores quantitativos [29], [30].

A formação de espécies reativas de oxigênio também provoca alterações celulares, logo, a diminuição da produção desses compostos pode trazer benefícios. Liu et al. (2019) constataram que em células tratadas com o extrato houve 88% de diminuição na produção de ROS [28]. Bravo et al. (2020) analisaram os mesmos extratos dos testes anteriores e observaram redução de 42% e 19% (*B. orellana* e *E. oleracea*, respectivamente) quando as células foram expostas à UVA e 36% (*B. orellana*) quando expostas à UVB [25]. Um estudo realizado por Minamisawa et al. (2020) utilizou o extrato de Jin Bai Mei Yan Prescription, um composto que contém diversos antioxidantes tradicionais da medicina chinesa. Com esse extrato em doses baixas, moderadas e altas foi constatada diminuição nos níveis de ROS nas células após exposição à UVB [31].

O modelo animal *in vivo* foi utilizado para os testes de três extratos provenientes de folhas de Neem (Ngo et al. (2017)), caule de *Moringa oleífera* (Zhou et al. (2018)) e

do óleo de *Angelica pubescens* (Chen et al. (2018)). Em todos os estudos foi constatado que o tratamento com os extratos protege ou reduz os danos causados pela radiação UVB [27], [32], [18].

O efeito sinérgico entre componentes de extratos e protetores solares sintéticos foi analisado por Mota et al. com dois frutos, *Psidium guajava* (2019) e *Nephelium lappaceum* L (2020), usando técnicas similares de produção e avaliação. Ambos os extratos absorveram na faixa do UVB e apresentaram valores FPS baixos quando utilizados sozinhos, 1 e 0,4 para *P. guajava* e *N. lappaceum*, respectivamente. No entanto, quando incorporados a formulações contendo filtros sintéticos, foi observado 134% de aumento no FPS dos filtros em ambos os testes [5], [33].

Baseando-se no mesmo conceito de sinergismo, Bora et al. (2019) combinaram quatro filtros sintéticos com melatonina e óleo de semente de abóbora para produzir um creme de proteção solar de amplo espectro e mais fotoestável. Essa escolha se deu devido a presença de 40-50% a mais de radiação UV em área de grande altitude e a ineficácia dos produtos atuais em proteger contra essa radiação extra [34].

Após análise das amostras antes e depois da exposição à radiação UV, os autores observaram que a formulação contendo melatonina e óleo de semente de abóbora não apresentou perda significativa no valor do FPS. Essa estabilidade pode ser atribuída a adição dos compostos antioxidantes que resultaram na prevenção da fotodegradação precoce dos filtros UV dentro das formulações. Os testes realizados mostraram que a combinação da melatonina e óleo de semente de abóbora com os filtros sintéticos promoveu um maior nível de proteção contra queimaduras relacionadas à radiação UV e fotoenvelhecimento [34].

Os extratos estudados por Bose et al. (2017), Amrani et al. (2019), El Aanachi et al. (2020), Nunes et al. (2020) e Oliveira et al. (2020), apresentaram valores promissores de FPS, próximos de 30, indicando o potencial de uso desses compostos como fotoprotetores. Não foi discutida a disponibilidade desses vegetais na natureza, nem métodos de cultivo, porém essas informações são importantes para avaliação da viabilidade de uso dos mesmos.

Mota et al. (2019, 2020) constataram que os extratos, quando incorporados a formulações contendo filtros sintéticos, promoveram 134% de aumento no FPS, mesmo

apresentando FPS perto de 1 quando utilizados sozinhos. Os autores também mostraram que a incorporação do extrato de *Psidium guajava* L. na formulação promove a redução do uso de filtros solares sintéticos em cerca de 78,9% do total de filtros orgânicos sintéticos utilizados para atingir um FPS de 18 [5]. Com o extrato de *Nephelium lappaceum* L, a redução seria de 64% para atingir um FPS de 26,3 [33]. Além disso, foi constatado que o uso dos extratos promove redução no custo de produção do fotoprotetor, de 65,8% com *Psidium guajava* L. e 45% com *Nephelium lappaceum* L [5], [33].

Em relação aos marcadores associados ao fotoenvelhecimento, como expressão de MMPs, atividade da colagenase, pró colágeno, elastase e espécies reativas de oxigênio, diversos estudos apresentaram resultados promissores.

Quanto à atividade enzimática, os melhores resultados foram obtidos por Bravo et al. (2020), com 100% de inibição da colagenase e 92% da elastase. Esses mesmos autores também obtiveram redução de até 42% na produção de espécies reativas de oxigênio. Já na expressão das MMPs, foi constatado até 87,9% de redução com os extratos de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss., estudados por Ngo et al. (2017). Com esse extrato, também foi constatado aumento de 373,1% nos níveis de pró colágeno tipo I. Esses valores indicam que os compostos são muito vantajosos para o uso em formulações fotoprotetoras.

Mesmo com diversos resultados positivos, alguns estudos complementares devem ser realizados nos compostos mais promissores, podendo ser feitas combinações entre vegetais diferentes e análise dos efeitos que essa combinação pode causar. Além disso, a aplicação dos extratos em formulações e os devidos testes também podem ser realizados.

A RDC Nº 30 de 2012 da ANVISA especifica que os filtros solares devem apresentar comprimento de onda crítico mínimo de 370 nm e fator mínimo de proteção UVA de 1/3 do FPS total [35]. Esses dados devem ser considerados e avaliados após a realização dos testes, pois são essenciais para futura aprovação do produto pela ANVISA, tanto para os compostos de origem vegetal, quanto para os outros citados anteriormente.

## 4 Conclusão

Os efeitos nocivos da exposição da pele à radiação UV já estão bem elucidados e, infelizmente, ainda não foi descoberta uma maneira de impedir completamente que esses danos aconteçam. Atualmente, a forma mais prática de proteção, que promove diminuição dos efeitos negativos, é a utilização de formulações fotoprotetoras contendo filtros solares orgânicos e inorgânicos. Mesmo sendo a opção mais utilizada, diversos questionamentos estão sendo levantados em relação a sua segurança, tanto para o uso humano, quanto para o meio ambiente.

Diante disso, uma opção mais segura e sustentável seria o uso de compostos de origem natural que apresentam propriedades fotoprotetoras ou antioxidantes. Essa revisão mostrou que diversos organismos possuem essas propriedades e apresentam inúmeros benefícios para a proteção contra radiação UV. Assim, podem ser utilizados em formulações fotoprotetoras, tanto isolados quanto combinados com substâncias oriundas de organismos de outras fontes ou combinados com filtros sintéticos, para que a utilização dos mesmos seja reduzida, promovendo mais segurança.

Mesmo que alguns compostos citados apresentem absorção apenas na região do UVA, eles podem ser utilizados em combinação com filtros para a região do UVB para compor formulações finais, especialmente porque a maior parte dos filtros sintéticos disponíveis no mercado absorvem majoritariamente na região do UVB.

Apesar da ampla gama de organismos estudados e compostos avaliados, a grande maioria ainda requer estudos complementares para comprovar a sua eficácia protetora, possibilitando a proposição de novas formulações fotoprotetoras a partir da biotecnologia.

## Referências Bibliográficas

1. Vega, J.; Bonomi-Barufi, J.; Gómez-Pinchetti, J.L.; Figueroa, F.L. Cyanobacteria and Red Macroalgae as Potential Sources of Antioxidants and UV Radiation-Absorbing Compounds for Cosmeceutical Applications. *Mar. Drugs* **2020**, *18*, doi:10.3390/md18120659.

2. Schneider, G.; Figueroa, F.L.; Vega, J.; Chaves, P.; Álvarez-Gómez, F.; Korbee, N.; Bonomi-Barufi, J. Photoprotection properties of marine photosynthetic organisms grown in high ultraviolet exposure areas: Cosmeceutical applications. *Algal Res.* **2020**, *49*, 101956, doi:10.1016/j.algal.2020.101956.
3. Kim, H.M.; Jung, J.H.; Kim, J.Y.; Heo, J.; Cho, D.H.; Kim, H.S.; An, S.; An, I.S.; Bae, S. The Protective Effect of Violaxanthin from *Nannochloropsis oceanica* against Ultraviolet B-Induced Damage in Normal Human Dermal Fibroblasts. *Photochem. Photobiol.* **2019**, *95*, 595–604, doi:10.1111/php.13030.
4. Lee, J.J.; Kim, K.B.; Heo, J.; Cho, D.H.; Kim, H.S.; Han, S.H.; Ahn, K.J.; An, I.S.; An, S.; Bae, S. Protective effect of *Arthrospira platensis* extracts against ultraviolet B-induced cellular senescence through inhibition of DNA damage and matrix metalloproteinase-1 expression in human dermal fibroblasts. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* **2017**, *173*, 196–203, doi:10.1016/j.jphotobiol.2017.05.042.
5. Mota, M.D.; Costa, R.Y.S.; Guedes, A. aa S.; Silva, L.C.R.C. e.; Chinalia, F.A. Guava-fruit extract can improve the UV-protection efficiency of synthetic filters in sun cream formulations. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* **2019**, *201*, 111639, doi:10.1016/j.jphotobiol.2019.111639.
6. Guerreiro, B.M.; Freitas, F.; Lima, J.C.; Silva, J.C.; Reis, M.A.M. Photoprotective effect of the fucose-containing polysaccharide FucoPol. *Carbohydr. Polym.* **2021**, *259*, 117761, doi:10.1016/j.carbpol.2021.117761.
7. Nunes, A.R.; Rodrigues, A.L.M.; de Queiróz, D.B.; Vieira, I.G.P.; Neto, J.F.C.; Junior, J.T.C.; Tintino, S.R.; de Moraes, S.M.; Coutinho, H.D.M. Photoprotective potential of medicinal plants from Cerrado biome (Brazil) in relation to phenolic content and antioxidant activity. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* **2018**, *189*, 119–123, doi:10.1016/j.jphotobiol.2018.10.013.
8. Palmieri, G.; Arciello, S.; Bimonte, M.; Carola, A.; Tito, A.; Gogliettino, M.; Cocca, E.; Fusco, C.; Balestrieri, M.; Colucci, M.G.; et al. The extraordinary resistance to UV radiations of a manganese superoxide dismutase of *Deinococcus radiodurans* offers promising potentialities in skin care applications. *J. Biotechnol.* **2019**, *302*, 101–111, doi:10.1016/j.jbiotec.2019.07.002.
9. Choksi, J.; Vora, J.; Shrivastava, N. Bioactive Pigments from Isolated Bacteria and

Its Antibacterial, Antioxidant and Sun Protective Application Useful for Cosmetic Products. *Indian J. Microbiol.* **2020**, *60*, 379–382, doi:10.1007/s12088-020-00870-x.

10. Nisha, P.; John, N.; Mamatha, C.; Thomas, M. Characterization of bioactive compound produced by microfouling actinobacteria (*Micrococcus Luteus*) isolated from the ship hull in Arabian Sea, Cochin. Kerala. *Mater. Today Proc.* **2020**, *25*, 257–264, doi:10.1016/j.matpr.2020.01.362.
11. Seelam, S.D.; Agsar, D.; Halmuthur M., S.K.; Reddy Shetty, P.; Vemireddy, S.; Reddy, K.M.; Umesh, M.K.; Rajitha, C.H. Characterization and photoprotective potentiality of lime dwelling *Pseudomonas* mediated melanin as sunscreen agent against UV-B radiations. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* **2021**, *216*, 112126, doi:10.1016/j.jphotobiol.2021.112126.
12. Ben Tahar, I.; Kus-Liśkiewicz, M.; Lara, Y.; Javaux, E.; Fickers, P. Characterization of a nontoxic pyomelanin pigment produced by the yeast *Yarrowia lipolytica*. *Biotechnol. Prog.* **2020**, *36*, doi:10.1002/btpr.2912.
13. Ebadi, P.; Fazeli, M. Anti-photoaging potential of propolis extract in UVB-irradiated human dermal fibroblasts through increasing the expression of FOXO3A and NGF genes. *Biomed. Pharmacother.* **2017**, *95*, 47–54, doi:10.1016/j.biopha.2017.08.019.
14. Qin, D.; Lee, W.H.; Gao, Z.; Zhang, W.; Peng, M.; Sun, T.; Gao, Y. Protective effects of antioxidin-RL from *Odorrana livida* against ultraviolet B-irradiated skin photoaging. *Peptides* **2018**, *101*, 124–134, doi:10.1016/j.peptides.2018.01.009.
15. Si, Y.; Liu, W.; McClements, D.J.; Chen, X.; Hu, Z.; Zou, L. Ameliorative effects of snake (*Deinagkistrodon acutus*) oil and its main fatty acids against UVB-induced skin photodamage in mice. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* **2019**, *197*, 111538, doi:10.1016/j.jphotobiol.2019.111538.
16. El Aanachi, S.; Gali, L.; Nacer, S.N.; Bensouici, C.; Dari, K.; Aassila, H. Phenolic contents and in vitro investigation of the antioxidant, enzyme inhibitory, photoprotective, and antimicrobial effects of the organic extracts of *Pelargonium graveolens* growing in Morocco. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* **2020**, *29*, 101819, doi:10.1016/j.bcab.2020.101819.

17. Oliveira, M.B.S.; Valentim, I.B.; Rocha, T.S.; Santos, J.C.; Pires, K.S.N.; Tanabe, E.L.L.; Borbely, K.S.C.; Borbely, A.U.; Goulart, M.O.F. *Schinus terebenthifolius* Raddi extracts: From sunscreen activity toward protection of the placenta to Zika virus infection, new uses for a well-known medicinal plant. *Ind. Crops Prod.* **2020**, *152*, 112503, doi:10.1016/j.indcrop.2020.112503.
18. Chen, D.; Du, Z.; Lin, Z.; Su, P.; Huang, H.; Ou, Z.; Pan, W.; Huang, S.; Zhang, K.; Zheng, X.; et al. The Chemical Compositions of *Angelica pubescens* Oil and Its Prevention of UV-B Radiation-Induced Cutaneous Photoaging. *Chem. Biodivers.* **2018**, *15*, doi:10.1002/cbdv.201800235.
19. Bose, B.; Choudhury, H.; Tandon, P.; Kumaria, S. Studies on secondary metabolite profiling, anti-inflammatory potential, in vitro photoprotective and skin-aging related enzyme inhibitory activities of *Malaxis acuminata*, a threatened orchid of nutraceutical importance. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* **2017**, *173*, 686–695, doi:10.1016/j.jphotobiol.2017.07.010.
20. Amrani, A.; Mecheri, A.; Bensouici, C.; Boubekri, N.; Benaissa, O.; Zama, D.; Benayache, F.; Benayache, S. Evaluation of antidiabetic, dermatoprotective, neuroprotective and antioxidant activities of *Chrysanthemum fontanesii* flowers and leaves extracts. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* **2019**, *20*, 101209, doi:10.1016/j.bcab.2019.101209.
21. Vijayakumar, R.; Abd Gani, S.S.; Zaidan, U.H.; Halmi, M.I.E.; Karunakaran, T.; Hamdan, M.R. Exploring the Potential Use of *Hylocereus polyrhizus* Peels as a Source of Cosmeceutical Sunscreen Agent for Its Antioxidant and Photoprotective Properties. *Evidence-based Complement. Altern. Med.* **2020**, *2020*, doi:10.1155/2020/7520736.
22. Klavins, L.; Mezulis, M.; Nikolajeva, V.; Klavins, M. Composition, sun protective and antimicrobial activity of lipophilic bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) extract fractions. *Lwt* **2021**, *138*, 110784, doi:10.1016/j.lwt.2020.110784.
23. Rincón-Fontán, M.; Rodríguez-López, L.; Vecino, X.; Cruz, J.M.; Moldes, A.B. Design and characterization of greener sunscreen formulations based on mica powder and a biosurfactant extract. *Powder Technol.* **2018**, *327*, 442–448,

doi:10.1016/j.powtec.2017.12.093.

24. Moreira, L.C.; de Ávila, R.I.; Veloso, D.F.M.C.; Pedrosa, T.N.; Lima, E.S.; do Couto, R.O.; Lima, E.M.; Batista, A.C.; de Paula, J.R.; Valadares, M.C. *In vitro* safety and efficacy evaluations of a complex botanical mixture of *Eugenia dysenterica* DC. (Myrtaceae): Prospects for developing a new dermocosmetic product. *Toxicol. Vitr.* **2017**, *45*, 397–408, doi:10.1016/j.tiv.2017.04.002.
25. Bravo, K.; Quintero, C.; Agudelo, C.; García, S.; Bríñez, A.; Osorio, E. CosIng database analysis and experimental studies to promote Latin American plant biodiversity for cosmetic use. *Ind. Crops Prod.* **2020**, *144*, 112007, doi:10.1016/j.indcrop.2019.112007.
26. Baldisserotto, A.; Buso, P.; Radice, M.; Dissette, V.; Lampronti, I.; Gambari, R.; Manfredini, S.; Vertuani, S. *Moringa oleifera* leaf extracts as multifunctional ingredients for “natural and organic” sunscreens and photoprotective preparations. *Molecules* **2018**, *23*, doi:10.3390/molecules23030664.
27. Ngo, H.T.T.; Hwang, E.; Seo, S.A.; Park, B.; Sun, Z. wang; Zhang, M.; Shin, Y.K.; Yi, T.H. Topical application of neem leaves prevents wrinkles formation in UVB-exposed hairless mice. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* **2017**, *169*, 161–170, doi:10.1016/j.jphotobiol.2017.03.010.
28. Liu, X.Y.; Hwang, E.; Park, B.; Xiao, Y.K.; Yi, T.H. Photoprotective and Anti-Inflammatory Properties of Vina-Ginsenoside R7 Ameliorate Ultraviolet B-Induced Photodamage in Normal Human Dermal Fibroblasts. *Appl. Biochem. Biotechnol.* **2019**, *189*, 729–744, doi:10.1007/s12010-019-03027-9.
29. Park, Y.A.; Lee, S.R.; Lee, J.W.; Koo, H.J.; Jang, S.A.; Yun, S.W.; Kim, H.J.; Woo, J.S.; Park, M.R.; Kang, S.C.; et al. Suppressive effect of fermented *Angelica tenuissima* root extract against photoaging: Possible involvement of hemeoxygenase-1. *J. Microbiol. Biotechnol.* **2018**, *28*, 1391–1400, doi:10.4014/jmb.1805.05065.
30. Muzaffer, U.; Paul, V.I.; Agilan, B.; Prasad, N.R. Protective effect of *Juglans regia* L., against ultraviolet-B induced photoaging in human epidermal keratinocytes. *Biomed. Pharmacother.* **2019**, *111*, 724–732, doi:10.1016/j.biopha.2018.12.129.
31. Minamisawa, N.; Ming-San, M.; Le, K.; Hui-Juan, L.; Lin-Lin, C.; Kanemisu, H.;

- Naito, T.; Shinotsuka, H. Protective Effects of Jin Bai Mei Yan Prescription on Oxidative Damage and Photoaging Induced by Ultraviolet B in HaCaT Cells. *Digit. Chinese Med.* **2020**, *3*, 57–66, doi:10.1016/j.dcmmed.2020.06.001.
32. Zhou, Y.; Yang, W.; Li, Z.; Luo, D.; Li, W.; Zhang, Y.; Wang, X.; Fang, M.; Chen, Q.; Jin, X. *Moringa oleifera* stem extract protect skin keratinocytes against oxidative stress injury by enhancement of antioxidant defense systems and activation of PPAR $\alpha$ . *Biomed. Pharmacother.* **2018**, *107*, 44–53, doi:10.1016/j.biopha.2018.07.152.
33. Mota, M.D.; da Boa Morte, A.N.; Silva, L.C.R.C. e.; Chinalia, F.A. Sunscreen protection factor enhancement through supplementation with Rambutan (*Nephelium lappaceum* L) ethanolic extract. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* **2020**, *205*, 111837, doi:10.1016/j.jphotobiol.2020.111837.
34. Bora, N.S.; Mazumder, B.; Mandal, S.; Patowary, P.; Goyary, D.; Chattopadhyay, P.; Dwivedi, S.K. Amelioration of UV radiation-induced photoaging by a combinational sunscreen formulation via aversion of oxidative collagen degradation and promotion of TGF- $\beta$ -Smad-mediated collagen production. *Eur. J. Pharm. Sci.* **2019**, *127*, 261–275, doi:10.1016/j.ejps.2018.11.004.
35. ANVISA. RDC N $^{\circ}$  30 de 1 $^{\circ}$  de junho de 2012. Regulamento T $\acute{e}$ cnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosm $\acute{e}$ ticos e d $\acute{a}$  outras provid $\acute{e}$ ncias. On line. Dispon $\acute{i}$ vel em <https://www.cosmeticsonline.com.br/ct/painel/fotos/assets/uploads/regulatorios/bef6e-RDC-30.pdf>. Acesso em 15 abr 2021

## **Anexo**

### **Normas para Publicação de Artigos**

A revista Cosmetics & Toiletries Brasil tem por objetivo a publicação de trabalhos que contenham contribuições ao progresso da Cosmetologia.

Os trabalhos na forma de artigos técnicos, submetidos à publicação, deverão ser inéditos em língua portuguesa e ter conteúdo tecno-científico, devendo obedecer às seguintes normas:

1. O trabalho deverá vir acompanhado de solicitação e Termo de Cessão de Direitos, subscrito pelo autor principal (aquele mencionado em primeiro quando se tratar de dois ou mais autores).

2. O texto deverá ser em português, com abstracts de até 50 palavras em inglês e em espanhol. A Editora reserva-se o direito de proceder à revisão ortográfica e a edição do texto de modo a formatá-lo nos padrões da revista, sem, entretanto, alterar o conteúdo do artigo.

3. A apresentação do texto deverá ser em Word for Windows acompanhado de gráficos, desenhos, esquemas e fotos, igualmente em formato digital.

4. O trabalho deverá conter obrigatoriamente:

- a) Título
- b) Nome completo dos autores
- c) Nome da instituição ou empresa, e cidade e estado onde o trabalho foi realizado
- d) Qualificação de cada autor
- e) O corpo do artigo poderá constar de introdução, objetivo, material e método ou casuística, resultados, discussão e conclusões, e Referências (referências bibliográficas).
- f) A menção de obras e autores deve, sempre que possível, ser no corpo do texto, pela citação numérica, de acordo com a seqüência que aparece nas Referências.

5. Nas Referências devem constar as referências citadas no corpo do texto e numeradas em números arábicos, na seqüência do aparecimento no texto. As Referências seguem as seguintes normas:

- a) Artigos e periódicos: EK Boisits, JJ McCormack. Neonatal skin: structure and function, *Cosm & Toiletry* 119(10):54-65, 2005
- b) Livros: PA Otta. Principle of perspiration, 7a. edição, Record Books, New York, 1998, 90-140
- c) Capítulo de livros: RG Provast. Cutaneous manifestations. In: DJ Wallace, *Cosmetology*, 1a. ed., XPress, Chicago II, 2004
- d) Trabalho apresentado em evento: VC Reis. Efeito da radiação UV na cor dos cabelos. In: Congresso Nacional de Cosmetologia, Rio de Janeiro, Sociedade de Cosmetologia, 1989
- e) Tese: RR de Souza. Estudo ultra-sonografico da pele (tese). São Paulo, Faculdade de Medicina, Universidade Estadual, São Paulo, 1986
- f) Material da web: Associação de Dermatologia. Tensoativos e a pele humana. On line. Disponível em <http://www.dermatologia.med.br/tensoativos/cosméticos.htm>. Acesso em 5 abr 2003

6. A menção de marcas comerciais é permitida, desde que necessárias para identificar produtos mencionados no texto. Não serão aceitos artigos com propósito único de promoção comercial (merchandising).

7. Os conceitos e opiniões, informações de quaisquer natureza contidas nos trabalhos serão de responsabilidade exclusiva de seus autores.

8. A critério do Editor, os artigos poderão ou não ser publicados nas edições específicas correspondentes às pautas a que se refere o artigo.

9. Os originais de trabalhos não aceitos para publicação, não serão devolvidos ao autor.