

**WEMERSON CARLOS DA CONCEIÇÃO**

**FOTOPROTETORES DE ORIGEM NATURAL: ALTERNATIVAS E PREVENÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Camilo Amaro de Carvalho

Coorientadores: Andreia Guerra Siman  
Duílio Teixeira Soares Junior

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

C744f  
2024

Conceição, Wemerson Carlos da, 1976-  
Fotoprotetores de origem natural: alternativas e prevenção /  
Wemerson Carlos da Conceição. – Viçosa, MG, 2024.  
176 f.: il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Orientador: Camilo Amaro de Carvalho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Medicina e Enfermagem, 2024.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.307> Modo de acesso:  
World Wide Web.

1. Protetores Solares. 2. Compostos Fitoquímicos.  
3. Espectrofotometria Ultravioleta. 4. Fator de Proteção Solar.  
I. Carvalho, Camilo Amaro de, 1981-. II. Universidade Federal  
de Viçosa. Departamento de Medicina e Enfermagem. Programa  
de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

CDD 22. ed. 616.9897

Bibliotecário(a) responsável: Renata de Fátima  
Alves CRB-6/2875


**WEMERSON CARLOS DA CONCEIÇÃO**

**FOTOPROTETORES DE ORIGEM NATURAL: ALTERNATIVAS E PREVENÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.


APROVADA: 01 de março de 2024

Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 **WEMERSON CARLOS DA CONCEIÇÃO**  
Data: 19/07/2024 16:13:43-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Wemerson Carlos da Conceição**  
Autor

Documento assinado digitalmente  
 **CAMILO AMARO DE CARVALHO**  
Data: 25/07/2024 10:07:40-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Camilo Amaro de Carvalho**  
Orientador

A Deus, pois tudo posso naquele que me fortalece.  
Aos meus pais, meus irmãos e amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela coragem para seguir na busca dos meus objetivos e pela força nos momentos de dificuldade e desânimo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Viçosa, pela possibilidade de realizar um curso de qualidade, do qual tenho orgulho de fazer parte.

De modo especial, à minha mãe Efigênia, que foi fundamental para que essa conquista fosse possível. Gratidão por todo o incentivo, compreensão, amor, por estar sempre ao meu lado, por me fazer acreditar que eu era capaz e que tudo daria certo.

Aos meus irmãos, em especial ao Wellington por me encorajar a seguir me aperfeiçoando, por todo o apoio, amor, e por estar sempre torcendo para o meu sucesso.

Ao professor Camilo Amaro de Carvalho, pela oportunidade de ser seu orientado, mesmo sabendo das dificuldades e limitações que existiam, devido ao desafio que me foi proposto. Pela confiança, amizade e atenção nos momentos mais necessários.

Por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que esse trabalho fosse realizado. Professores, técnicos administrativos, amigos, a todos deixo os meus sinceros agradecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

*“A mente que se abre a uma nova idéia jamais  
voltará ao seu tamanho original”.*

(Albert Einstein)

## RESUMO

CONCEIÇÃO, Wemerson Carlos, M. Sc, Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2023, **FOTOPROTETORES DE ORIGEM NATURAL: ALTERNATIVAS E PREVENÇÃO** Orientador: Camilo Amaro de Carvalho. Coorientadores: Andreia Guerra Siman e Dúlio Teixeira Soares Junior.

O hábito de se expor ao sol para obter uma pele bronzeada, o que demonstrava a ideia de uma pessoa saudável, começou no século XX. Todavia, depois da descoberta do espectro ultravioleta, inúmeras substâncias foram estudadas visando minimizar os efeitos nocivos gerados no tecido epitelial tornando-se parte fundamental das campanhas de saúde pública voltadas para as populações mais vulneráveis. Assim, este trabalho teve como objetivo apresentar alternativas para a fotoproteção de origem natural por meio de uma abordagem experimental com extratos de *Leonurus sibiricus L.*, produção de literatura científica e conscientização de profissionais da saúde. Para o experimento foram coletadas partes aéreas de *L. sibiricus L.*, lavadas, secas, moídas, trituradas e submetidas a banho de ultrassom (60min a 30°C). Em seguida foram preparados três extratos separadamente: aquoso, etanoico e hidroalcoólico, todos a 1:10 (m/v) e realizados análises fitoquímicas através de ensaios qualitativos para a identificação dos fitocompostos. Posteriormente, soluções de cada extrato (0,1% m/v) foram avaliadas por espectrofotometria, sendo calculado o valor de proteção solar do extrato promissor. Na produção da literatura científica foi realizada as buscas nas bases de dados: BVS, Lilacs, Medline (via PubMed) utilizando os descritores relacionados ao tema, nas quais foram incluídos estudos publicados que contemplavam a temática e excluídos os que não concebiam o mesmo. Na conscientização dos profissionais de saúde foi contemplada uma palestra, objetivando a conscientização e prevenção das doenças relacionadas à exposição exacerbada frente aos Raios Ultravioleta (RUV). Diante disso conclui-se que o extrato aquoso de *L. sibiricus L.* a 3% apresentou-se como melhor candidato para o desenvolvimento de formulações fotoprotetoras, com FPS igual a 8, sendo necessários outros testes *in vivo* e *in vitro* para o desenvolvimento de formulações fotoprotetoras a base de *L. sibiricus L.* Os achados dos estudos visam proporcionar aos leitores informações sobre a importância da prevenção frente aos RUV e despertar uma gama de novas opções de fotoprotetores de origem natural. Espera-se que os servidores de saúde possam ter um conhecimento maior sobre a necessidade de fotoproteção que são essenciais para a promoção da saúde e a prevenção das doenças relacionadas a pele.

**Palavras-chaves:** Compostos fitoquímicos, Espectrofotometria Ultravioleta, Fotoproteção, Fator de Proteção Solar, Proteção Solar, Câncer de Pele.

## ABSTRACT

CONCEAÇÃO, Wemerson Carlos, M. Sc, Federal University of Viçosa, October 2023, **PHOTOPROTECTORS OF NATURAL ORIGIN: ALTERNATIVES AND PREVENTION** Advisor: Camilo Amaro de Carvalho. Co-supervisor: Andrea Guerra Siman.

The habit of exposing oneself to the sun to obtain tanned skin, which demonstrated the idea of a healthy person, began in the 20th century. However, after the discovery of the ultraviolet spectrum, numerous substances were studied to minimize the harmful effects generated in epithelial tissue, becoming a fundamental part of public health campaigns aimed at the most vulnerable populations. Thus, this work aimed to present alternatives for photoprotection of natural origin through an experimental approach with extracts of *Leonurus sibiricus* L., production of scientific literature and awareness raising among health professionals. For the experiment, aerial parts of *L. sibiricus* L. were collected, washed, dried, ground, crushed and subjected to an ultrasound bath (60min at 30°C). Three extracts were then prepared separately: aqueous, ethanolic and hydroalcoholic, all at 1:10 (m/v) and phytochemical analyzes were carried out through qualitative tests to identify the phytochemicals. Subsequently, solutions of each extract (0.1% m/v) were evaluated using spectrophotometry, and the solar protection value of the promising extract was calculated. In the production of scientific literature, searches were carried out in the databases: VHL, Lilacs, Medline (via PubMed) using descriptors related to the topic, in which published studies that covered the topic were included and those that did not cover the same topic were excluded. To raise awareness among health professionals, a lecture was held, aiming to raise awareness and prevent diseases related to exacerbated exposure to Ultraviolet Rays (UR). In view of this, it is concluded that the aqueous extract of *L. sibiricus* L. at 3% presented itself as the best candidate for the development of photoprotective formulations, with SPF equal to 8, requiring other *in vivo* and *in vitro* tests for the development of formulations. photoprotectors based on *L. sibiricus* L. The findings of the studies aim to provide readers with information about the importance of prevention against RU and awaken a range of new options for photoprotectors of natural origin. It is expected that health workers will have greater knowledge about the need for photoprotection, which is essential for promoting health and preventing skin-related diseases.

Keywords: Phytochemical compounds, Ultraviolet Spectrophotometry, Photoprotection, Sun Protection Factor, Sun Protection, Skin Cancer.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Espectro eletromagnético evidenciando a faixa de lua ultravioleta e suas suclassificações .....	16
Figura 2 - <i>Leonuru sibiricus L</i> .....	18
Figura 3 - Palestrante juntamente com a coordenadora da Atenção Básica e a Subsecretário do Município de Rodeiro/MG.....	29
Figura 4 - Palestrante juntamente com a Equipe de Saúde Bucal do município de Rodeiro/MG.....	29
Figura 5 - Palestra sobre Campanha Laranja,2022.....	30
Figura 6 - Palestrante juntamente com a Equipe da Vigilância em Saúde .....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação do somatório da relação do efeito eritemogênico (EE) <i>versus</i> intensidade da radiação (I) conforme o comprimento de onda ( $\lambda$ ) (SAYRE et al., 1979).....	26
--	----

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

RUV	Radiação Ultravioleta
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
UV	Radiação Ultravioleta
UVA	Radiação Ultravioleta A
UVB	Radiação Ultravioleta B
UVC	Radiação Ultravioleta C
INCA	Instituto Nacional de Câncer
FPS	Fator de Proteção Solar

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
2.1 Radiação Ultravioleta (RU) .....	15
2.2 Análise Fitoquímica .....	17
2.3 <i>Leonurus sibiricus</i> L.....	18
2.4 Estudo Espectrofotométrico .....	19
2.5 Estudo Espectrofotométrico da atividade Fotoprotetora .....	20
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	23
3.1 Objetivo Geral .....	23
3.2 Objetivos Específicos .....	23
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	24
4.1 Metodologia do Artigo.....	24
4.1.1 Tipo de Pesquisa.....	24
4.1.2 Local da Pesquisa .....	24
4.1.3 Obtenção da Planta.....	24
4.1.4 Análises Fitoquímicas.....	25
4.1.5 Preparo dos Extratos.....	25
4.1.6 Estudo Espectrofotométrico da atividade Fotoprotetora de <i>Leonurus sibiricus</i> .L .....	25
4.1.7 Preparo e Avaliação da atividade fotoprotetora das formulações.....	26
4.1.8 Metodologia Estatística.....	27
4.2 Metodologia do Livro .....	27
4.2.1 Desenho do Estudo .....	27
4.2.2 Seleção dos Estudos.....	27
4.2.3 Critérios de Inclusão.....	27
4.2.4 Critérios de Exclusão.....	28
4.3 Metodologia da Palestra .....	28
4.3.1 Temática.....	28
4.3.2 Local da Palestra.....	28
4.3.3 Público-Alvo .....	31

<b>5. RESULTADOS</b> .....	32
5.1 Artigo.....	32
5.2 Produto Técnico .....	48
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	172
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	172
<b>ANEXO 1</b> .....	175
<b>ANEXO 2</b> .....	176

## 1. INTRODUÇÃO

A prática de se expor ao sol para obter uma pele bronzeada, o que retratava a idéia de uma pessoa saudável, começou no século XX (Nascimento et al.,2014). No entanto, depois da descoberta da existência do espectro de frequência ultravioleta e da importância dos raios solares nas queimaduras do tecido epitelial, inúmeras substâncias foram estudadas em relação a capacidade para absorver a radiação ultravioleta (RUV), visando minimizar os efeitos nocivos gerados nesse tecido (Polloni, Raposo e Brandão, 2011).

A pele é o maior órgão do corpo humano, sendo que existem aproximadamente dois trilhões de células, e dentre essas, 41% estão constantemente expostas a RUV (Lee et al.,2020). Apresentam como funções a proteção térmica, excreção de suor, secreções e proteção contra as radiações solares (Lima et al., 2018)

A exposição à radiação ultravioleta é um dos principais agentes envolvidos no aparecimento de efeitos prejudiciais como o fotoenvelhecimento precoce e a indução de câncer de pele (Saewan e Jimtaisong, 2015.). A recomendação de usar protetores solares adequados para minimizar os danos causados pela RUV e por outros fatores é, portanto, uma parte fundamental das campanhas de saúde pública voltadas principalmente para as populações mais vulneráveis (Garmyn et al., 2018).

O uso de plantas por suas propriedades terapêuticas, ajudam a aliviar a dor e promover a cura, bem como previne o aparecimento de várias doenças (Rahmam et al., 2019). Assim os extratos de plantas podem ser considerados como alternativas, uma vez que alguns compostos secundários têm propriedades de absorção de luz nas faixas de UVA (320-400nm) e UVB (280-320nm), podendo atuar como um protetor solar natural (Alencar Filho et al., 2016). O mercado nacional e internacional ambiciona por produtos provendo da biodiversidade. No entanto, tal sistema de geração de produtos não tem funcionado adequadamente no Brasil, o que estimula esforços para um melhor entendimento sobre os passos desse processo de inovação em fitomedicamentos visando hipóteses para sua industrialização (Guilhermino et al., 2012). De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária(ANVISA), quando a planta medicinal é automatizada a fim de obter um medicamento, tem-se como produto final substâncias fitoterápicas. Esse processo impede a contaminação por micro-organismo e substâncias estranhas,

uniformizando a quantidade e a forma certa a ser manuseada para uma maior segurança de uso (Brasil, 2020).

Com o objetivo de oferecer preparações com maior eficácia tem sido exigido dos formuladores grande aperfeiçoamento técnico e dos fornecedores de matéria prima, pesquisa e desenvolvimento de novos fotoprotetores. Diante disso, a espectrofotometria UV-VIS tem grande aplicação na previsão do Fator de Proteção Solar (FPS) antes de se realizarem testes em seres humanos, evitando assim os riscos de queimaduras nos voluntários submetidos aos testes *in vivo* (Flor, Davalos eCorrea, 2007).

*Leonurus sibiricus* L. (Macaé) é utilizada na medicina popular devido a diversas propriedades terapêuticas a ela atribuída, tais como: propriedades tônica, estimulante, diurética, febrífuga, sudorífica, carminativa, antiespasmódica, contra dores reumáticas e inflamações urinárias (Lorenzi e Matos, 2002). Considerando-se que a maioria dos estudos com o *L sibiricus* L. foram realizadas com plantas da África e Ásia e que estudos realizados no Brasil são poucos no que se refere a constituintes químicos e atividades biológicas (Torres, Ribeiro e Soare, 2008), este trabalho tem por objetivo principal realizar o estudo espectrofotométrico da atividade fotoprotetora desta espécie, representando assim um importante estudo na área de produtos vegetais.

A presente dissertação foi elaborada de acordo com as normas estabelecidas pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa – UFV. O corpo do trabalho compreendeu: Introdução, objetivos gerais e específicos, metodologia, um artigo científico, produto técnico e uma conclusão.

O artigo intitulado “Phytochemical evaluation and solar photoprotection analysis of *Leonurus sibiricus* L.”, foi formatado de acordo com as normas da revista Anais da Academia Brasileira de Ciências para qual o artigo foi submetido. O produto técnico foi a construção de um livro didático: “Fotoprotetores de Origem Natural: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovações”, no qual foi submetido e aceito a Editora Seven Publicações Acadêmicas. Este livro tem como objetivo trazer aos seus leitores uma fonte interminável de possibilidades em fotoproteção, vislumbrando o avanço da ciência por meio de pesquisa, desenvolvimento e inovações de novos produtos fotoprotetores de origem natural.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Radiação Ultravioleta (RU)

O espectro solar que atinge a superfície terrestre é formado predominantemente por radiações ultravioletas (100-400nm), luz visível (400-800nm) e luz infravermelho (acima de 800nm) (Flor; Davalos; Correa, 2007). No tocante aos impactos dos efeitos biológicos à radiação solar, a radiação UV é a parcela mais imprescindível do espectro, uma vez que é a fonte de energia que mantém os ecossistemas, sendo primordial para a síntese de vitamina D, produção de melanina e como tratamentos coadjuvantes de doenças da pele como psoríase e vitiligo (Van Der Rhee et al., 2016; Baldisseotto et al., 2018; Costa et al., 2019).

Por raios UV solares, fazemos referência às ondas eletromagnéticas de comprimento entre 100 e 400 nanômetros e que correspondem a cerca de 5% das ondas emitidas pelo sol, sendo o restante pertencente aos espectros infravermelho (45%) e visível de luz (50%) (Gonzaga, 2009). A exposição a esses diferentes comprimentos de ondas pode ser benéfica ou prejudicial à saúde humana (Alves et al., 2021).

Os raios UV são subdivididos em três categorias, que variam em termos de comprimento de onda:

**UVA (320-400 nm)** - os raios UVA representam 95% da radiação UV solar que atinge a pele e possuem um comprimento logo abaixo do espectro visível de luz. Apesar de não lesar diretamente o DNA, Solano (2020) postula que os UVA penetram profundamente na pele, induzindo a formação de espécies reativas de oxigênio as quais possuem um efeito genotóxico. Ao contrário dos demais raios UV, os UVA não são absorvidos pela camada de ozônio atmosférica, sendo, além disso, os maiores responsáveis pelo envelhecimento da pele (dermatoheliose) (Lee et al., 2020).

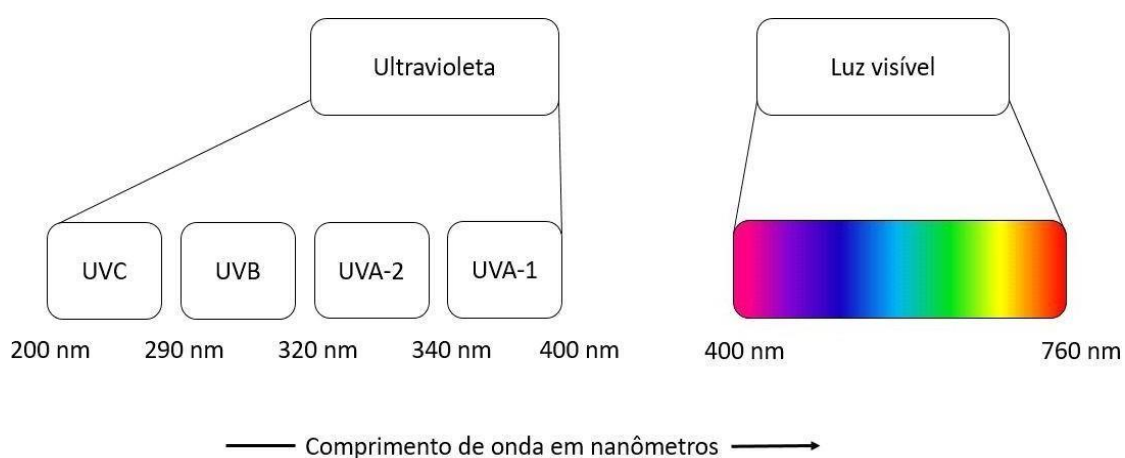
**UVB (280-320 nm)** - menores que os UVA e lesivos ao DNA, os UVB são em sua maioria absorvidos pela camada de ozônio e representam os 5% restantes dos raios UV que chegam à pele. A radiação UVB induz o bronzeamento ao fomentar a

produção de melanina, o principal componente fotoprotetor da pele. Destaca-se o potencial lesivo dos UVB, visto que a sua incidência exacerbada pode levar a queimaduras solares, com sinais flogísticos de eritema, inchaço e dor, tradução clínica de morte celular (Gonzaga, 2009).

**UVC (100-280 nm)** - a radiação UVC solar é muito mais lesiva ao DNA que as demais, sendo, a princípio, totalmente absorvida na atmosfera (Watson et al., 2016).

A Figura 1 apresenta o espectro eletromagnético evidenciando a faixa de luz ultravioleta e suas subclassificações.

Figura 1 - Espectro eletromagnético evidenciando a faixa de luz ultravioleta e suas subclassificações.



Fonte: Azulay,2017.

Segundo dados do Instituto Nacional de Câncer (INCA), o câncer de pele não melanoma corresponde a cerca de 30% de todos os tumores malignos registrados no Brasil, sendo o tipo de câncer mais frequente no país. Se for detectado e tratado precocemente, apresenta altos percentuais de cura, porém, caso isso não ocorra, pode levar a mutilações expressivas (INCA, 2022a). Já o câncer de pele do tipo melanoma, que possui alta probabilidade de provocar metástase e maior letalidade, representa apenas 3% das neoplasias malignas do órgão. Seu prognóstico é considerado bom, se detectado nas fases iniciais (INCA, 2022b). No Brasil, para o triênio 2023-2025, são estimadas as ocorrências de 220.490 e 8.980 novos casos de câncer de pele não melanoma e melanoma a cada ano, respectivamente (Santos et

al., 2023). Como a radiação solar UV representa o mais importante fator de risco ambiental para o desenvolvimento de câncer de pele, a adoção de medidas para reduzir a exposição ao sol é parte fundamental da estratégia de prevenção (Martens et al., 2018). Assim, é recomendado evitar a exposição solar por períodos prolongados e das 10 às 14 horas, usar roupas com mangas e que contenham fator de proteção, chapéu e óculos de sol. A utilização de protetores solares também é essencial para se evitar o câncer de pele, pois é um meio eficaz para minimizar os danos causados pela radiação (Seebode et al., 2016; Santos et al., 2018).

## 2.2. Análise Fitoquímica

A análise fitoquímica das drogas vegetais é procedimento que colabora para otimizar a segurança terapêutica e, conseqüentemente, a melhor utilização de medicamentos. Este procedimento, juntamente com botânica firmou a fundamentação científica como o diferencial entre preparações utilizadas em medicina popular e fitoterápicos (Souza et al., 2005a).

A análise fitoquímica tem por objetivos conhecer os constituintes químicos das espécies vegetais ou avaliar sua presença nos mesmos, permitindo assim identificar os grupos de metabólitos secundários relevantes (Simões et al., 2004).

Os metabólitos secundários das espécies vegetais têm sido exaustivamente estudados e demonstraram ações farmacológicas a qual podem ser empregados, como agentes medicinais (Mantovani e Porcu, 2009).

De acordo com Simões et al. (2004) a detecção dos metabólitos secundários açúcares redutores, alcalóides, compostos antracênicos, compostos fenólicos, cumarinas, flavonóides, heterosídeos cardiotônicos, naftoquinonas, saponinas, taninos e triterpenos e esteróides podem ser realizados por ensaios químicos qualitativos com a utilização de reagentes de precipitação e/ou de mudança de coloração.

Muitas espécies vegetais têm sido estudadas como potenciais para o desenvolvimento de fotoprotetores naturais, como por exemplo *Achillea millefolium*, *Brassica oleracea* var. *capitata*, *Cyperus rotundus*, *Plectranthus barbatus*, *Porophyllum ruderale* (JACQ) (Rosa et al., 2008). Apesar das espécies citadas acima não serem utilizadas como fotoprotetoras, estas apresentam em sua

composição metabólitos secundários potencialmente aplicáveis para este fim (Havsteen, 2002; Rosa et al., 2008).

### **2.3. *Leonurus sibiricus* L.**

*Leonurus sibiricus* L. é uma planta herbácea ereta, ramificada, onipresente, de hastes quadrangulares, altura média de 40-120 cm e germina a partir de semente (Sayed MA et al, 2012). Apresenta folhas simples, profundamente divididas, membranáceas, de cor mais clara na face inferior, opostas e pecioladas, flores labiadas de cor azulada, com sépalas rígidas, reunidas em inflorescências axilares fasciculadas (Lorenzi e Mato, 2002). A Figura 2 apresenta um exemplo da planta supracitada.

Figura 2 - *Leonurus sibiricus* L.



Fonte: Próprio Autor.

Pertence à família Lamiaceae e a ordem Lamiales, composta por cerca de 236 gêneros e quase 7200 espécies. Entre todos os gêneros, o *Leonurus* contém cerca de 20 espécies, sendo o *L.sibiricus* uma delas. Ocorre em regiões tropicais da Ásia, África e América, apresentando crescimento espontâneo em quase todo território brasileiro. Conhecida popularmente como macaé, erva de lavadeiras, rubim, erva de São Francisco, cordão de frade, entre outras (Lorenzi, 2002). É utilizada na medicina popular devido a diversas propriedades terapêuticas a ela atribuída, tais como:

propriedades tônica, estimulante, diurética, febrífuga, sudorífica, carminativa, antiespasmódica, contra dores reumáticas e inflamações urinárias (Lorenzi e Matos, 2002).

Estudos fitoquímicos realizados com *L. sibiricus* L. indicam grande diversidade química com a presença de agliconas esteróides e/ou triterpenóides e saponinas (Torres, Ribeiro e Soares, 2008), presença de triciclono,  $\alpha$ -copaeno,  $\beta$ -bourboreno,  $\tau$ -cariofileno,  $\alpha$ -humuleno, germacreno D e  $\gamma$ -cadineno, no óleo essencial das folhas (Almeida, 2004). Segundo Wadt et al. (1996) existem na literatura citações da presença de alcalóides, taninos e glicosídeos cardiotônicos nesta espécie.

#### **2.4. . Estudo Espectrofotométrico**

As técnicas que se utilizam de luz para medir concentrações de espécies químicas são chamadas de espectrofotometria. A espectrofotometria na região UV-VIS do espectro eletromagnético é uma das técnicas analíticas mais empregadas atualmente, em função de sua robustez, custo e grande número de aplicações desenvolvidas (Rocha e Teixeira, 2004). É um método de análises baseado na propriedade de que espécies iônicas ou moleculares absorvem radiações na região do ultravioleta e visível. As radiações nestas regiões envolvem fótons com energia suficiente para provocar transições dos elétrons de valência, sendo um processo específico relacionado com a estrutura molecular da espécie absorvente (Proença, 2007). É fundamentada na lei de Lambert-Beer, que é a base para medidas de absorção de radiação nas regiões ultravioleta, visível e infravermelho do espectro eletromagnético. Para medidas de absorção de radiação em determinado comprimento de onda, tem-se uma proporcionalidade entre a absorção da luz, o caminho óptico a qual ela percorre a concentração e a absorvidade molar dos constituintes dessa substância (Moraes, 2008; Rocha e Teixeira, 2004).

Segundo Skoog et al. (2002) quando uma radiação contínua passa através de um material transparente, que esteja em uma cela de amostra de quartzo, uma parte da radiação pode ser absorvida. Se isto ocorre, a radiação residual, quando é passada através de um prisma, produz um espectro com fendas chamado de espectro de absorção.

Existem atualmente diversos estudos sobre o perfil espectral de plantas medicinais, entre eles, podemos citar o estudo realizado por Moraes (2008) que

traçou o perfil espectrométrico da *Achillea millefolium* em solventes polares e apolares e o estudo desenvolvido por Carvalho et al. (2008) no qual foi traçado o perfil espectrométrico das concentrações globais relativas dos constituintes da *Brassica oleracea* var. *capitata* para diferentes estágios fenológicos.

## 2.5. Estudo espectrofotométrico da atividade fotoprotetora

O espectro solar que atinge a superfície terrestre, mencionado anteriormente, é formado predominantemente por radiações ultravioletas (100-400 nm), visíveis (400-800 nm) e infravermelhas (acima de 800 nm). A radiação ultravioleta (UV) através de reações fotoquímicas pode estimular a produção de melanina cuja manifestação é visível sob a forma de bronzeamento da pele, levar a produção de simples inflamações até graves queimaduras e também existe a possibilidade de ocorrerem mutações genéticas e comportamentos anormais das células (Flor, Davalos e Correa, 2007).

A faixa da radiação UV pode ser dividida em UVA (320 a 400 nm) e UVB (280 a 320 nm). A radiação UVA apresenta potencial carcinogênico de menor magnitude e é responsável pelo fotoenvelhecimento e formação de rugas, além de estar relacionada com a indução da imunossupressão sistêmica. Já a radiação UVB é absorvida pela pele, produzindo eritema, queimaduras e, eventualmente, câncer de pele (Velasco et al., 2007).

Os perigos à saúde, relacionados à radiação UV, podem ser minimizados pelo emprego de protetores solares (Flor, Davalos e Correa, 2007). A eficácia de um protetor solar é medida em função de seu fator de proteção solar (FPS), o qual indica quantas vezes o tempo de exposição ao sol, sem o risco de eritema, pode ser aumentado com o uso do protetor. Porém o FPS é uma medida de fotoproteção relativa à radiação UVB (Mansur et al., 1986).

A determinação do FPS de um protetor solar é feita com testes *in vivo*. No entanto, alguns testes *in vitro* já foram propostos para auxiliar na determinação do FPS e estes possuem como vantagens a reprodutibilidade, a fácil metodologia e a rapidez na obtenção dos resultados, sendo recomendados para serem utilizados na fase de desenvolvimento de formulações e como rotina no controle de qualidade (Borghetti e Knorst, 2006).

A avaliação da atividade fotoprotetora por espectrofotometria é um método de avaliação *in vitro* de compostos fotoprotetores que apresenta boa correlação com os testes *in vivo*, pois relaciona a absorvância da substância em estudo com o efeito eritematogênico da radiação e a intensidade da luz em comprimentos de ondas da radiação UVB (290 a 320nm) (Violante et al., 2009).

Para obter os dados por espectrofotometria, segundo Mansur et al. (1986), os cálculos são realizados utilizando-se a Equação 1, conforme abaixo:

$$FPS_{\text{espectrofotométrico}} = FC \cdot \sum EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot |(\lambda)|$$

Onde:

*FC* – fator de correção (=10) determinado de acordo com dois protetores solares de FPS conhecidos, de tal forma que um creme contendo 8% de homossalato tenha valor igual a 4 de FPS;

*EE*( $\lambda$ ) – efeito eritemogênico da radiação de comprimento de onda  $\lambda$ ;

*I*( $\lambda$ ) – intensidade do sol no comprimento de onda  $\lambda$ ;

|( $\lambda$ )| – absorvância da solução no comprimento de onda  $\lambda$ .

De acordo com Mansur et al. (1986) o FPS, estimado por espectrofotometria, é um número que avalia a substância com potencial fotoprotetor, de acordo com a altura, largura e localização da sua curva de absorção dentro do espectro do ultravioleta.

Atualmente existem diversos estudos espectrofotométricos da atividade fotoprotetora de plantas, entre eles, citamos o estudo realizado por Rosa et al. (2008) que analisaram a atividade fotoprotetora de extratos aquosos de *Achillea millefolium*, *Brassica oleracea* var. capitata, *Cyperus rotundus*, *Plectranthus barbatus*, *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass e *Sonchus Oleraceus*. Ferrari et al. (2007) realizaram a determinação do fator de proteção solar (FPS) *in vitro* e *in vivo* de emulsões com óleo de andiroba (*Carapa guianensis*). Já Souza et al. (2005b) avaliou a atividade fotoprotetora de *Achillea millefolium* L. (Asteraceae). Violante et al. (2008) avaliou a atividade fotoprotetora das espécies *Anemopaegma arvense* (Vell.) Stelfeld, *Cybastax antisiphylitica* (Mart.) Mart., *Tabebuia áurea* (Manso) B. et H., *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip, *Hymenaea stigonocarpa* Mart. *Acosmium subelegans* (Mohl.) Yakovl, *Bowdichia virgiloides* H.B.K.

Segundo Mansur et al. (1986), não há maneira mais precisa de se avaliar um protetor solar que testes em voluntários humanos, porém o método *in vitro* por espectrofotometria tem grande aplicação na previsão do FPS antes de se realizarem testes em seres humanos, reduzindo assim os riscos de queimaduras nos voluntários submetidos aos testes *in vivo*.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Apresentar alternativas para a fotoproteção de origem natural por meio de abordagem experimental com extratos de *Leonurus sibiricus L.*, produção de literatura científica e conscientização de profissionais da saúde.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Estabelecer o perfil fitoquímico de *Leonurus sibiricus L.*, através da identificação de seus metabólitos secundários por meio de ensaios químicos qualitativos com a utilização de reagentes de precipitação e/ou de mudança de coloração.
- Realizar o estudo espectrofotométrico das concentrações globais dos constituintes de *Leonurus sibiricus L.*, nos extratos aquosos, etanólicos, hidroalcoólicos em diferentes concentrações, para a identificação do extrato que possui maior atividade fotoprotetora.
- Padronizar o processo de preparo dos extratos a serem utilizados no desenvolvimento de formulações fotoprotetoras à base de *Leonurus sibiricus L.*
- Elaborar um livro com base na literatura científica, com linguagem acessível e figuras ilustrativas, sobre Fotoprotetores de origem natural.
- Capacitar os profissionais da área da saúde de um município de pequeno porte na Zona da Mata Mineira (Rodeiro/MG) sobre a importância da fotoproteção frente aos RU.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

Neste trabalho adentramos os conhecimentos sobre fotoproteção, especialmente os de origem natural. Para tanto, o mesmo foi dividido em três partes: (1) produção de um artigo científico, (2) elaboração de um livro com base na literatura científica e (3) uma palestra sobre "Dezembro Laranja" (Campanha de Prevenção contra o câncer de Pele) realizado no município de Rodeiro/MG para os servidores da Secretaria Municipal de Saúde.

### **4.1. Metodologia do Artigo**

#### **4.1.1. Tipo de Pesquisa**

Pesquisa experimental, método utilizado quando se pretende estabelecer relações de causa e efeito entre duas variáveis.

#### **4.1.2. Local da Pesquisa**

A planta foi coletada em abril de 2011, no Sítio Sesmaria, na cidade de Ponte Nova, Minas Gerais, Brasil, e todas as análises foram realizadas no Laboratório de Química I e no Laboratório FARMAPET da UNIVIÇOSA.

#### **4.1.3. Obtenção da Planta**

As folhas, flores e caule de *L. sibiricus* L., foram coletadas em abril de 2011 e foram identificados conforme descrição de Lorenzi e Matos (2002), sendo que uma exsicata foi depositada no Herbário da Universidade Federal de Viçosa - UFV, para identificação taxonômica, sob número 34.316. Todo o material foi lavado em água corrente e seco em estufa com circulação de ar e temperatura de 40°C, até friagem e em seguida foram moídas em moinho.

#### **4.1.4. Análises Fitoquímicas**

As análises fitoquímicas tiveram como objetivo identificar a presença dos seguintes compostos secundários: açúcares redutores, alcalóides, compostos antracênicos, compostos fenólicos, cumarinas, flavonóides, heterosídeos cardiotônicos, naftoquinonas, saponinas, taninos e triterpenos e esteróides. Os testes foram realizados em triplicata utilizando-se a metodologia descrita por Simões et al. (2004).

#### **4.1.5. Preparos dos Extratos**

Os extratos do vegetal foram preparados, a partir da utilização de folhas, flores e caule (secos e pulverizados), através da ultrasonicação, por 60 segundos, a 30°C. Foram preparados três extratos da planta, sendo um aquoso, um etanólico e um hidroalcolólico (1:1 – v/v). Todos os extratos foram preparados na proporção de 1:10 (m/v). Posteriormente os extratos foram filtrados a vácuo com papel de filtro quantitativo com porosidade de 14µm, sendo o filtrado transferido para um béquer. Aos extratos etanólico e hidroalcolólico, foi adicionada 1g de carvão ativo, com a finalidade de retirar alguns pigmentos dos extratos, pois estes podem mascarar os resultados colorimétricos da prospecção fitoquímica.

#### **4.1.6. Estudo Espectrofotométrico da Atividade Fotoprotetora de *Leonurus sibiricus*.L**

Na avaliação da atividade fotoprotetora é de grande importância a escolha do solvente e do método de extração dos ativos da planta em estudo (VIOLANTE et al., 2008), para tal foi realizado um estudo espectrofotométrico de extratos aquosos, etanólicos e hidroalcolólicos de *L. sibiricus* L.

Foram preparados extratos aquosos, etanólicos e hidroalcolólicos (1:1 – v/v) com concentração de 1 a 10% (m/v - extrato da planta/solvente), a partir da utilização de folhas, flores e caule (secos e pulverizados), através da ultrasonicação, por 60 minutos, a 30°C. Foram retiradas alíquotas de cada extrato e preparadas soluções a 0,1% (m/v - extrato seco/solvente) para as análises espectrométricas.

Para o branco foi utilizado o solvente, garantindo assim que a absorvância resultante da leitura da amostra seria exclusivamente do extrato em estudo. Os espectros foram medidos no espectrômetro FEMTO 800XI<sup>®</sup> do Laboratório FARMAPET da UNIVIÇOSA, com cubeta de quartzo de 1,0 cm de caminho óptico, intervalos de 2 nm e varreduras de 280 a 400 nm.

Nessa pesquisa fez-se a opção de avaliar a atividade fotoprotetora do extrato que apresentou os melhores resultados no estudo dos perfis espectrais das concentrações globais dos constituintes do *L. sibiricus* L., nos extratos aquosos, etanólicos e hidroalcóolicos.

Para obter o valor do FPS foi utilizada a Equação 1, citada anteriormente. O somatório da relação do efeito eritemogênico (EE) *versus* intensidade da radiação (I) conforme o comprimento de onda ( $\lambda$ ) é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação do somatório da relação do efeito eritemogênico (EE) *versus* intensidade da radiação (I) conforme o comprimento de onda ( $\lambda$ ) (SAYRE et al., 1979)

$\lambda$ (nm)	EE x I
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
$\Sigma$	1,0000

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o programa *GraphPad Prism* (2007) e o pacote estatístico Sistema de Análises Estatísticas - SAEG (2007).

#### 4.1.7. Preparo e Avaliação da Atividade Fotoprotetora das Formulações

As formulações serão desenvolvidas em parceria com uma farmácia magistral, localizada na cidade de Viçosa-MG, e conforme especificações do

Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2012) e Corrêa (2012). Foram desenvolvidas três formulações fotoprotetora, contendo o extrato de *L. siribicus* L. que apresentar os melhores resultados com relação a atividade fotoprotetora, nas concentrações de 5%, 10% e 15%.

A avaliação da atividade fotoprotetora será realizada conforme a metodologia descrita no item 2.4.

#### **4.1.8. Metodologia Estatística**

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o programa GraphPad Prism (2007) e o pacote estatístico Sistema de Análises Estatísticas - SAEG (2007).

### **4.2. Metodologia do Livro**

#### **4.2.1. Desenho do Estudo**

Foi realizado uma revisão integrativa sobre fotoproteção, fotoprotetores, especialmente os de origem natural, prevenção frente aos RU e produção para inovações de novos fotoprotetores de origem natural

#### **4.2.2. Seleção dos Estudos**

A revisão integrativa foi realizada com bases nos fotoprotetores para minimizar os efeitos gerados pela exposição aos RU, bem como ampliar de forma científica a produção de fotoprotetores de origem natural.

As buscas foram realizadas nas bases de dados: BVS, Lilacs, Medline (via Pubmed) e SciELO, utilizando os seguintes descritores: Photoprotection, Sun protection, Sunscreen, SPF, Skin cancer.

#### **4.2.3. Critérios de Inclusão**

Foram incluídos estudos publicados em inglês e português. Não houve delimitação da data de publicação na sessão referente a fotoprotetores e protetores

solares, possibilitando assim a avaliação da evolução das pesquisas no decorrer dos anos. Os estudos foram revisados por todos os colaboradores antes da sua inclusão final.

#### **4.2.4. Critérios de Exclusão**

Foram excluídos estudos que não contemplavam a temática e que não se enquadravam nos tópicos de interesse para esta revisão da literatura.

### **4.3. Metodologia da Palestra**

#### **4.3.1. Temática**

“Dezembro Laranja”: Criada em 2014, pela Sociedade Brasileira de Dermatologia com o objetivo de conscientizar e prevenir o cancer de pele, visto que é o tumor de maior incidência no Brasil (Anvisa, 2023.). Medidas simples de proteção são de suma importância não apenas no verão, mas na rotina diária, durante todo o ano.

A fotoproteção ameniza os efeitos do fotoenvelhecimento e previne manchas solares e o cancer de pele. A idéia é criar o hábito também naqueles que acreditam que não precisam se prevenir a doença, principalmente as populações mais vulneráveis. Contudo é uma campanha educativa para diminuir a exposição à radiação UV, incentivando o uso de filtros solares, roupas com proteção UV, além de chapéus e bonés. “A proteção ao sol deve ser um hábito”.

#### **4.3.2. Local da Pesquisa**

Foi realizada no município de Rodeiro/MG, precisamente no salão da Câmara Municipal de Rodeiro, no dia 20 de dezembro de 2022.

Figura 3 - Palestrante juntamente com a coordenadora da Atenção Básica e a Subsecretária do município de Rodeiro/MG.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 4 - Palestrante juntamente com a Equipe de Saúde Bucal do município de Rodeiro/MG.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 5 - Palestra sobre Campanha Laranja, 2022.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 6 - Palestrante juntamente com a Equipe da Vigilância em Saúde.



Fonte: Próprio Autor.

### **4.3.3. Público-Alvo**

Participaram da palestra os servidores municipais da saúde, juntamente com a coordenadora da Atenção Básica do município e a Subsecretária de Saúde.

## 5. RESULTADOS

Em consonância às recomendações do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (PPGCS), os resultados do presente estudo serão apresentados em forma de artigo científico e produto técnico. O artigo apresenta-se no formato que foi submetido a revista *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (Anexo 1), bem como o produto técnico (livro), intitulado: “Fotoprotetores de Origem Natural: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovações”, submetido e aceito a *Seven Publicações Acadêmicas* (Anexo 2).

### 5.1. Artigo

#### **Phytochemical evaluation and solar photoprotection analysis of *Leonurus sibiricus* L.**

Wemerson Carlos da Conceição<sup>1</sup>, Renata de F. Molinari<sup>2</sup>, Michelle B. Teixeira<sup>2</sup>, Rogério Pinto<sup>2</sup>, Marilane de Oliveira Fani Amaro<sup>1</sup>, Marcelo Barcellos da Rosa<sup>3</sup>, Camilo A. de Carvalho<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Medicine and Nursing, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Viçosa, Viçosa - MG, 36570-900, Brazil.

<sup>2</sup>Pharmacy Department, União de Ensino Superior de Viçosa, UNIVIÇOSA, Av. Maria de Paula Santana, nº 3815 - Bairro Silvestre - CEP:36570-000 - Viçosa - MG - Brazil.

<sup>3</sup>Department of Chemistry, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Campus Camobi, Santa Maria - RS, CEP 97105-900, Brazil.

**Degree:**

Wemerson Carlos da Conceição, MSc in Health Sciences, researcher, e-mail: [wemerson.conceicao@ufv.br](mailto:wemerson.conceicao@ufv.br), orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6430-3359>

Renata de Fátima Molinari, Post-Graduation in Law and Public Management, pharmacist, e-mail: [rfatimamolinari@gmail.com](mailto:rfatimamolinari@gmail.com), orcid: <https://orcid.org/0009-0009-9400-5155>

Michelle Bicalho Teixeira, pharmacist, e-mail: [Michele.bicalho@yahoo.com.br](mailto:Michele.bicalho@yahoo.com.br), orcid: <https://orcid.org/0009-0001-6818-3056>

Rogério Pinto, PhD in Zootechnics, Professor, e-mail: [zootecnistarpinto@gmail.com](mailto:zootecnistarpinto@gmail.com), orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6668-7675>

Ana Luiza Dias dos Santos Melo, Student of Medicine, e-mail: [ana.melo@ufv.br](mailto:ana.melo@ufv.br)

Marilane de Oliveira Fani Amaro, PhD in Cell and Structural Biology, professor, e-mail: [marilane.amaro@ufv.br](mailto:marilane.amaro@ufv.br), orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9495-0861>

Marcelo Barcellos da Rosa, PhD in Natural Sciences, professor, e-mail: [marcelobdarosa@gmail.com](mailto:marcelobdarosa@gmail.com), orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5959-0381>

Camilo Amaro de Carvalho, PhD in Cell and Structural Biology, professor, e-mail: [camilo.carvalho@ufv.br](mailto:camilo.carvalho@ufv.br), orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9539-8653>

**Keywords:** Phytochemicals, Spectrophotometry, Spectrum Analysis, Sun Protection Factor

**Short title:** Assessment and analysis of solar photoprotection of *L. sibiricus*.L.

**Section:** Complete Article

**\*Corresponding author:** Camilo Amaro de Carvalho. e-mail: [camilo.carvalho@ufv.br](mailto:camilo.carvalho@ufv.br)

Department of Medicine and Nursing, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Viçosa, Viçosa - MG, 36570-900, Brazil. Contato: +55(31)99289-9230.

## INTRODUCTION

The skin is the largest organ of the human body and has the functions of thermal protection, excretion of sweat, secretions and protection against solar radiation (LIMA et al., 2018).

The exposure to ultraviolet radiation (UVR) is one of the main agents involved in the appearance of harmful effects such as premature photoaging and induction of skin cancer (SAEWAN and JIMTAISONG, 2015). The recommendation to use appropriate sunscreens to minimize the damage caused by UVR and other factors is therefore a key part of public health campaigns aimed at the most vulnerable populations (GARMYN et al., 2018). Due to the limitations involved in the use of photoprotectors, such as the correct amount (2mg/cm<sup>2</sup>), need for reapplication every 2-3 hours or after swimming or excessive sweat (MELO and RIBEIRO, 2015), photoprotection through plants has been much studied because they can absorb the UVR without much damage, thus showing their actions of photoprotection (SANCHEZ et al., 2018).

The use of plants for their medicinal properties helps relieve pain and promotes the cure of diseases, as well as prevents the appearance of various diseases (RAHMAM et al., 2019). Thus, plant extracts can be considered as alternatives, since flavonoids and other phenolic compounds have light absorption properties in the ranges of UVA (320-400 nm) and UVB (280-320 nm) and can act as a natural sunscreen (ALENCAR FILHO et al., 2016).

The need to use photoprotectors is an indisputable reality, and, following this trend, the market offers its answer (FLOR, DAVALOS and CORREA, 2007) developing sunscreens with the largest number of components of natural origin, especially those of plant origin (FERRARI et al., 2007).

In order to offer preparations with greater effectiveness, the formulators have been requested great technical improvement, and manufacturers of raw materials, research and development of new photoprotectors. Within this reality, UV-VIS spectrometry has great application in predicting SPF before testing in humans, thus reducing the risk of burns in volunteers undergoing in vivo testing (FLOR, DAVALOS and CORREA, 2007). The UV-VIS spectrometry allows qualitative and quantitative analyses of molecular mixtures, since it allows the visualization of the spectral profiles that indicate the presence of the constituents of a mixture (CARVALHO et al., 2008).

*Leonurus sibiricus* L. (herb - honeyweed) is an herbaceous plant, with an average height of 40 to 120 cm and germinates from seeds. Cultivated in many countries of Asia and South America (NARUKAWA et al., 2014), it belongs to the family of Lamiaceae, composed of about 236 genera, and *Leonurus sibiricus* L. contains focus on pharmacology and phytochemicals. It is used in folk medicine due to several therapeutic properties attributed to it, such as: tonic, stimulating, diuretic, febrile, sweating, carminative, antispasmodic, against rheumatic pain and urinary inflammation (LORENZI and MATOS, 2002). Considering that most studies with *L.*

*sibiricus* L. were conducted with plants from Africa and Asia and that studies conducted in Brazil are few regarding chemical constituents and biological activities (TORRES, RIBEIRO and SOARES, 2008), this work aims to perform the spectrophotometric study of the photoprotective activity of this species, thus representing an important study in the area of plant products.

## **MATERIAL AND METHODS**

### **Acquiring the plant**

The leaves, flowers and stem of *L. sibiricus* L. were collected at Sitio Sesmaria, in the city of Ponte Nova, Minas Gerais, Brazil. The species was identified according to the description of Lorenzi and Matos (2002), being an exsiccate deposited in the Herbarium of the Federal University of Viçosa - UFV, for taxonomic identification, under number 34,316. All the material was washed in running water, dried in an oven with air circulation at  $40\pm 2^{\circ}\text{C}$  and crushed in a knife mill.

### **Preparing the extracts**

After dry and crushed, three extracts in the ratio of 1:10 (m/v) in aqueous, ethanol and hydroalcoholic, were prepared separately. The extracts received 1g of active carbon and were submitted to the ultrasound bath (60' to  $30^{\circ}\text{C}$ ). Subsequently, the extracts were vacuum filtered with quantitative filter paper with porosity of  $14\mu\text{m}$ , and the filtrate was reserved for phytochemical and spectrophotometric analysis.

### **Phytochemical analyses**

The phytochemical analyses aimed to identify the presence of the following secondary compounds: reducing sugars, alkaloids, anthracenic compounds, phenolic compounds, coumarins, flavonoids, cardiogenic heterosides, naphthoquinones, saponins, tannins and triterpenes and steroids. The tests were performed in triplicate using the methodology described by Simões et al. (2004).

### **Spectrophotometric study of the photoprotective activity of *Leonurus sibiricus* L.**

Aliquots were removed from each extract and solutions were prepared at 0.1% (m/v - dry extract/solvent) for the spectrometric analyses. For the control of the white, the same solvent used for the preparation of each extract was used, thus ensuring that the absorbance resulting from the reading of the sample would be exclusively from the extract under study. The spectra were measured in the spectrometer, with

quartz cuvette of 1.0 cm of optical path, intervals of 2 nm and scans of 280 to 400 nm.

In this research, the chosen option was to evaluate the photoprotective activity of the extract that presented better results in the study of the spectral profiles of the global concentrations of the constituents of *L. sibiricus* L., in aqueous, ethanolic and hydroalcoholic extracts.

To obtain the SPF value, Equation (1) described by Mansur et al. (1986) was used.

$$\text{Spectrophotometric SPF} = \text{CF} \cdot \sum \text{EE}(\lambda) \cdot \text{I}(\lambda) \cdot \text{Abs}(\lambda) \quad (1)$$

Where CF = correction factor (=10) determined according to two known SPF sunscreens, such that a cream containing 8% homosalate has a value equal to 4 SPF; EE( $\lambda$ ) = erythemogenic effect of wavelength radiation  $\lambda$ ; I( $\lambda$ ) = intensity of the sun at wavelength  $\lambda$  and Abs( $\lambda$ ) = absorbance of the solution at wavelength  $\lambda$ . The sum of the relationship of the erythemogenic effect (EE) versus radiation intensity (I) according to wavelength ( $\lambda$ ) is shown in Table I.

Table I - Relationship of the sum of the relationship of the erythemogenic effect (EE) versus radiation intensity (I) according to wavelength ( $\lambda$ ) (SAYRE et al., 1979).

$\lambda$ (nm)	EE x I
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3278
310	0.1864
315	0.0839
320	0.0180
$\Sigma$	1.0000

The data obtained were analyzed using the GraphPad Prism program (2007) and the statistical package Statistical Analysis System - SAEG (2007).

## RESULTS AND DISCUSSION

The results of the spectrophotometric analysis of the photoprotective activity for aqueous, hydroalcoholic (1:1) and ethanolic extracts of *L. sibiricus* L. are presented in Table II.

The absorbance of the relative global concentration of the constituents of the extracts of *L. sibiricus* L., according to the solvent, was verified in four wavelength, 280, 330, 360 and 400 nm, chosen because of their highest absorbance values

verified throughout the spectral analysis. According to Violante and collaborators (2008), for the evaluation of the photoprotective activity, it is important to choose the solvent and the method of extraction of the assets of plant species.

Using the Tukey method at 10%, no statistical difference was observed between the absorbance means of aqueous and hydroalcoholic extracts. This allows the inference that hydroalcoholic and aqueous extracts contain constituents that characterize them as the most suitable for photoprotective activity, followed by ethanolic extracts.

The results of phytochemical prospection revealed the presence of secondary metabolites (Table III), which have photoprotective properties such as flavonoids, tannins and alkaloids (VIOLANTE et al., 2009). There was also the presence of reducing sugars, phenolic compounds, cardiotoxic heterosides and triterpenes and steroids. However, the presence of anthraquinones, coumarins, naphthoquinones and saponins were not detected.

A similar result was found by Torres et al. (2008), where the phytochemical analysis of *L. sibiricus* L. detected the presence of tannins, triterpenes and steroids, also observing the absence of coumarins.

In Figure 1, the spectral absorption profiles of aqueous, ethanolic, and hydroalcoholic extracts are presented, respectively (Figure 1, A, C and E), at wavelengths of 280 to 400 nm (UVA-UVB), as well as their correlations given by the absorbance means and the concentration of the extracts (Figure 1, B, D and F).

The extracts with the same solvent showed similar spectral profiles. However, at different concentrations. Each extract presented a specific wavelength range with absorbance values at levels equivalent to the concentration of the extracted metabolites in the respective wavelengths, corresponding to the partition coefficient of each solvent extractor, where the highest absorbance values were observed in hydroalcoholic and aqueous extracts, which allows the inference that they are due to the fact that they have increasing polarities, respectively, and do not absorb compounds of lower polarities. However, the ethanolic extracts, solvent of medium polarity, allows the extraction of compounds with lower polarities, when compared to the other solvents mentioned here, presenting different spectral profiles. These results corroborate the description made by Peres and collaborators (2009), which reported that different solvents can extract different compounds and these, absorb in different wavelengths or spectral bands.

The differentiation in the extraction spectral profile allows the verification of the different physicochemical interactions of each solvent with the classes of secondary metabolites of the vegetable, which can vary significantly according to the solvent used. Peres et al., (2009), add on the wavelength values, since they are related to the polarity of the extracted species and the spectral behavior of the group against different solvents.

Table II - Relative global concentration of constituents of *L. sibiricus* L. extracts according to the solvent.

Extract % m/v	$\lambda$ <sup>1</sup>	Aqueous extract				Ethanolic extract				Hydroalcoholic extract			
		Abs. <sup>2</sup>	M. Abs. <sup>3</sup>	s <sup>4</sup>	% Rel. Abs. <sup>5</sup>	Abs.	M. Abs.	s	% Rel. Abs.	Abs.	M. Abs.	s	% Rel. Abs.
1	280	0.995				0.399				1.369			
	330	0.686	0.5870	0.3266	97.54	0.389	0.3485	0.5183	100	1.150	0.8362	0.52754	100
	360	0.421				0.306				0.594			
	400	0.246				0.300				0.232			
280	1.004												
2	330	0.691	0.5810	0.3414	96.55	0.302	0.2592	0.3283	74.39	0.739	0.5260	0.5365	62.90
	360	0.406				0.235				0.392			
	400	0.223				0.195				0.128			
	280	1.039											
3	330	0.730	0.6017	0.3595	100	0.299	0.2602	0.4052	74.68	0.885	0.6185	0.4366	73.96
	360	0.420				0.239				0.448			
	400	0.218				0.209				0.130			
	280	0.898											
4	330	0.593	0.4952	0.3216	82.30	0.222	0.1967	0.4156	56.46	0.948	0.6862	0.2473	82.06
	360	0.327				0.182				0.524			
	400	0.163				0.170				0.179			
	280	0.962											
5	330	0.641	0.5315	0.3459	88.32	0.184	0.1652	0.4063	47.42	0.909	0.6365	0.2054	76.11
	360	0.351				0.154				0.475			
	400	0.172				0.142				0.140			
	280	0.878											
6	330	0.555				0.200				0.752			
	280	0.878	0.4717	0.3176	78.39	0.191	0.1820	0.3362	52.22	0.858	0.5335	0.1606	63.80

	360	0.301				0.170				0.401			
	400	0.153				0.167				0.123			

Table II - Cont.

7	280	0,896	0,5055	0.3132	84,00	0,204	0,1942	0.4956	57,74	1,261	0,7252	0.14314	86,73
	330	0,603				0,209				0,986			
	360	0,343				0,181				0,507			
	400	0,180				0,183				0,147			
8	280	0,765	0,4222	0.2686	70,17	0,184	0,1712	0.3427	49,14	0,859	0,5335	0.16520	63,80
	330	0,494				0,187				0,759			
	360	0,278				0,156				0,406			
	400	0,152				0,158				0,110			
9	280	0,810	0,4477	0.2870	74,40	0,190	0,1855	0.3651	53,23	0,910	0,5635	0.1173	67,39
	330	0,531				0,200				0,807			
	360	0,295				0,175				0,421			
	400	0,155				0,177				0,116			
10	280	0,892	0,4442	0.3489	73,82	0,157	0,1552	0.4647	44,54	1,210	0,6952	0.1161	83,14
	330	0,535				0,171				0,927			
	360	0,251				0,147				0,481			
	400	0,099				0,146				0,163			
<b>Total</b>			0.5088 A*	0.2910		0.2118 B	0.6374			0.6354 A	0.3749		

<sup>1</sup> wavelength in nm; <sup>2</sup> absorbance; <sup>3</sup> mean absorbance; <sup>4</sup> standard deviation; <sup>5</sup> relative absorbance percentage; \* means followed by the same letter do not differ according to the Tukey test at 10%.

Table III - Results of phytochemical prospecting of *L. sibiricus* L. for aqueous, ethanolic and hydroalcoholic extracts (1:1).

Tests*		Extract		
		Aqueous	Ethanolic	Hydroalcoholic
Reducing sugars	A-I	+++**	+++	+++
Alkaloids	B-I	+++	+++	+++
	B-II	---	---	---
	B-III	+++	---	+++
Anthracene compounds	C-I	---	---	---
	C-II	---	---	---
Phenolic Compounds	D-I	+++	+++	+++
Coumarins	E-I	---	---	---
Flavonoids	F-I	+++	+++	+++
	F-II	+++	+++	+++
Cardiotonic heterosides	G-I	+++	---	+++
	G-II	---	---	---
Naphthoquinones	H-I	---	---	---
Saponins	I-I	---	---	---
Tannins	J-I	+++	+++	+++
	J-II	+++	+++	+++
Triterpenes and Steroids	K-I	+++	+++	+++

\* A-I: Fehling A and Fehling B reagent; B-I: Drangendorf reagent; B-II: Mayer reagent; B-III: Wagner reagent; C-I: NaOH; C-II: magnesium acetate; D-I: ferric chloride; E-I: KOH-fluorescence; F-I: magnesium ribbon fragments; F-II: AlCl<sub>3</sub> - fluorescence; G-I: Baljet test; G-II: Kedde reagent; H-I: NH<sub>4</sub>OH; I-I: foam formation; J-I: HCl and salt gelatin; J-II: lead acetate; K-I: Liebermann-Burchard.

\*\* (+++) positive result and (---) negative result.

The spectral analysis of the extracts revealed a negative correlation, that is, as the concentration of the extracts (% - m/v) increased, the absorbance values obtained reduced. In this study, the correlation between the concentration of aqueous, ethanolic and hydroalcoholic extracts (1:1 - v/v) was observed through the analysis of mean absorbance, being respectively 0.914, 0.823 and 0.256 (Figure 1).

According to Crespo (2009), in order to draw some significant conclusions about the simultaneous effect of the variables analyzed in a correlation, the correlation coefficient (r) needs to be between 0.6 and 1. If this value is between 0.3 and 0.6, there will be a weak correlation between the variables, and, if between 0 and 0.3, this is very weak, not allowing the conclusion about the relationship between the variables under study. Therefore, it can be inferred that the best correlation was obtained for the aqueous extracts (0.914). Therefore, these have a higher

relationship between the concentration of extracts and the means of absorbance values, followed by ethanolic extracts (0.823). As for the hydroalcoholic extract (0.256), the correlation was very weak ( $< 0.3$ ) and practically nothing can be concluded about the relationship between the variables under study. Thus, aqueous extracts can be considered those most suitable for use as possible phytocosmetics, followed by ethanolic and hydroalcoholic.

Considering the above data, it can be inferred that aqueous extracts are the most suitable for use as possible phytocosmetics, especially at 3% (w/v) that presented the highest absorbance values along the wavelength range analyzed. It should be noted that this analysis refers to the species under study and that the temporal and spatial variations in the total content, as well as the relative proportions of secondary metabolites in plants, occur at different levels (seasonal and daily; intraplant, inter- and intraspecific) (GOBBO-NETO and LOPES, 2007).

Considering that, among the studied extracts, the aqueous extract 3% (m/v) presents the highest values of absorbance along the wavelengths 280-400 nm (UVA-UVB), that is, greater potential for possible photoprotector, spectrophotometric analysis of the photoprotective activity was performed (Figure 2).

According to Violante et al. (2009), plant sunscreens that absorb at wavelengths between 290 and 320 nm are considered UVB filters and those that tend to absorb between 320 and 400 nm are called UVA filters, thus, plant species that absorb in the UV region, have, in their composition, active molecules similar to synthetic chemical filters, thus the aqueous extract 3% (w/v) of *L. sibiricus* L. can be considered a UVA and UVB filter.

Table IV shows the absorbance values of the extract for the spectral bands (UVB). These values are used to calculate the spectrophotometric SPF.

The SPF obtained for the aqueous extract 3% (m/v), according to the methodology proposed by MANSUR et al. (1986), was 8, thus being the SPF higher than that of the homosalate which is equal to 4. Therefore, this extract can be potentially used alone or jointly, as a main active or adjuvant, at appropriate concentrations in UVB sunscreens. The photoprotective action of *L. sibiricus* L. is probably due to the presence of flavonoids, tannins and alkaloids, compounds identified in the phytochemical analysis performed (Table III). These data are supported by Souza and collaborators (2005b), where they reinforce that plant extracts containing flavonoids are able to absorb ultraviolet light, and the absorption spectrum shows in general two maximum absorption peaks, one between 240-280nm and another at 300-300550 nm.

It is important to note that this extract, before being used as a photoprotector, must undergo other in vitro and in vivo studies in order to assist in the process of confirming these results and that its production follows the current legislation of commercialization of sunscreens.

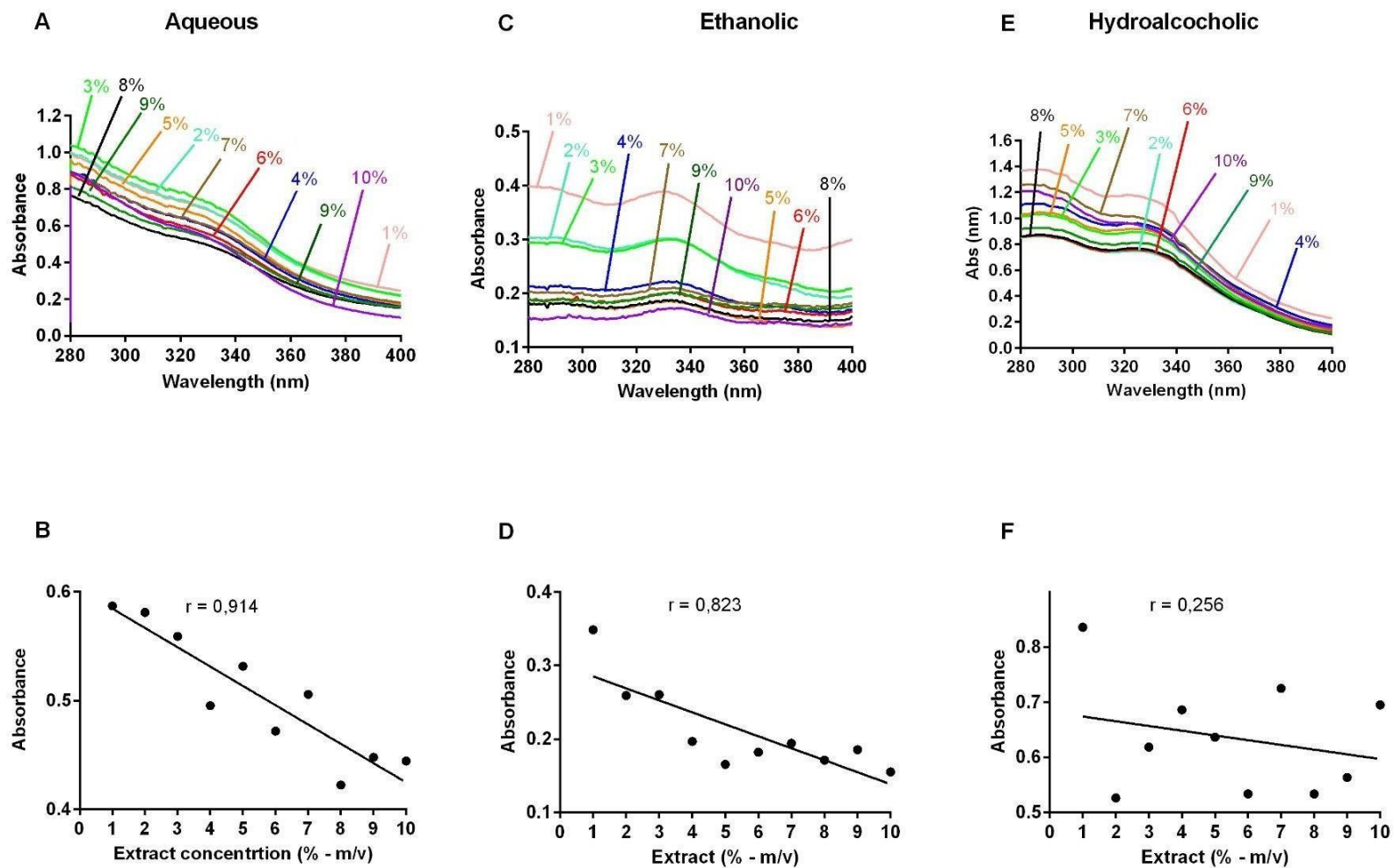


Figure 1 - Spectrophotometric analysis and correlation between the concentration and absorbance of *L. sibiricus* L. extracts, at wavelengths 280-400 nm (UVA-UVB). Absorption spectral profiles of the extracts (A, C and E). Correlation between the average absorbance and the concentration of the extracts (B, D and F).

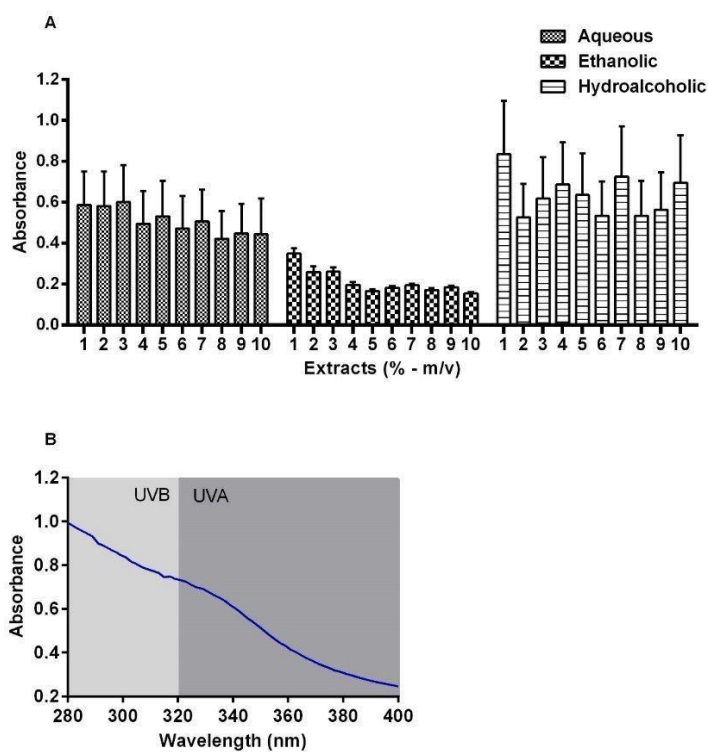


Figure 2 - Absorbance spectrum of *L. sibiricus*. A- Absorbance of the extracts of *L. sibiricus* according to the solvent; B - Absorbance spectrum of the aqueous extract at 3 % (m/v) in the wavelengths of 280 to 400 nm. nm - wavelengths; \* means do not differ by the Tukey test at 10%.

Table IV - Absorbance values of the constituents of the aqueous extract (3% - m/v) of *L. sibiricus* L. for the spectral range (UVB).

$\lambda$ /nm	Aqueous Extract Absorbance
290	0.931
295	0.869
300	0.847
305	0.805
310	0.781
315	0.745
320	0.737
Mean	0.816

## CONCLUSION

The aqueous extract at 3% (w/v), among the extracts studied, has a higher photoprotective potential in the UVB range, with SPF equal to 8. Future studies in in vivo and in vitro models should be conducted in order to assist in the confirmation process of these results.

## BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- ALENCAR FILHO. JMT, SAMPAIOA. PA, PEREIRA. ECV, OLIVEIRA-JUNIOR. RG, SILVA. FS, ALMEIDA.JRGS, ROLIM.LA, NUNES. XP, ARAÚJ. ECC. 2016. Flavonoids as photoprotective agents: a systematic review. *J Med Plants Res.* 10:848-864.
- ALMEIDA, L. F. R. **Composição química e atividade alelopática de extratos foliares de *Leonurus sibiricus* L. (Lamiaceae).** 2004. 107p. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu.
- BORGHETTI, G. S.; KNORST, M. T. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de loções O/A contendo filtros solares. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 4, 2006.
- CARVALHO, C. A. et al. Estudo espectrométrico de diferentes estágios fenológicos da *Brassica oleracea* var. *capitata*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 249-257, 2008.
- CRESPO, A. A. **Estatística Facil.** 9 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.
- FERRARI, M. et al. Determinação do fator de proteção solar (FPS) *in vitro* e *in vivo* de emulsões com óleo de andiroba (*Carapa guianensis*). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 4, p. 626-630, 2007.
- FLOR, J., DAVALOS, M. R., CORREA, M. A. Protetores solares. **Revista Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 153-158, 2007.
- GARMYN, M., YOUNG, A. R., & MILLER, S. A. (2018). Mechanisms of and variables affecting UVR photoadaptation in human skin (Mecanismo e variáveis que afetam a fotoadaptação à RUV na pele humana). *Photochemical and Photobiological Sciences*, 17, 1932 -1940
- GOBBO-NETO, L; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Revista Química Nova**. v.30, n.2, São Paulo, 2007.

LIMA, Fontes RL, Mello MZ, Oliveira BL. A Fotoproteção na prevenção do Câncer de Pele. *Revista Saúde e Ciência Online*. [Internet]. 2018;7(2):181-183. Disponível em: <https://rsc.revistas.ufcg.edu.br/index.php/rsc/article/view/106/102>

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. São Paulo: Nova Odessa, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas**. Nova Odessa – SP: Ed. Plantarum, 2002.

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

MANTOVANI, D.; PORCU, O. M. Avaliação fitoquímica do extrato de *Lippia Alba* para utilização como antioxidante natural em alimentos. **Revista Tecnológica**, v. 18, p. 69-74, 2009.

MELLO, MM, RIBEIRO, CS. Novas Considerações sobre a Fotoproteção no Brasil: Revisão de Literatura. *Revista Ciências em Saúde*. [Internet]. 2015;5(3):1-17. Disponível em: [http://186.225.220.186:7474/ojs/index.php/rcsfmit\\_zero/article/download/375/262](http://186.225.220.186:7474/ojs/index.php/rcsfmit_zero/article/download/375/262)

MORAES, S. C. S. **Achillea millefolium L. – Asteraceae: Prospecção fitoquímica, perfil espectrométrico e atividade antifúngica**. 2008. 89p. Dissertação (mestrado), Universidade Vale do Rio Doce, Governador Valadares.

NARUKAWA. Y, NIIMURA. A, NOGUCHI. H, TAMURA, H, KIUCHI, F. New diterpenoids with estrogen sulfotransferase inhibitory activity from *Leonurus sibiricus*, L. *J Nat Med* 2014; 68: 125-31

PERES, R. L. et al. *Achillea millefolium* – Asteraceae: estudo fitoquímico, espectrofotométrico e da atividade antifúngica (*Colletotrichum musae*). **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, p. 81-89, 2009.

PROENÇA, M. V. B. Desenvolvimento de um método espectrofotométrico UV-Vis utilizando um dioxoleno para a determinação de Ni(II). 2007. 75p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

RAHMAN. IU, AFZAL. A, IQBAL. Z, IJAZ. F, ALI. N, SHAH. M, Ullah S, BUSSMANN. RW. 2019. Historical perspectives of ethnobotany. *Clin Dermatol*. 37(4):382-388. doi: 10.1016/j.clindermatol.2018.03.018.

Ramadevi S, Kaleeswaran B, Natarajan P. 2016. Phytochemicals analysis and antimicrobial activity of *Ruellia patula* L. against pathogenic microorganisms. *Sijbs*. 2(2):306-313. doi: 10.22205/sijbs/2016/v2/i2/100324.

ROCHA, F. R. P.; TEIXEIRA, L. S. G. Estratégias para aumento de sensibilidade em espectrofotometria UV-VIS. **Revista Química Nova**, v. 27, n. 5, p. 807-812, 2004.

ROSA, M. B. et al. Estudo espectrofotométrico da atividade fotoprotetora de extratos aquosos de *Achillea millefolium*, *Brassica oleracea* var. capitata, *Cyperus rotundus*, *Plectranthus barbatus*, *Porophyllum ruderale* (jacq.) cass e *Sonchus oleraceus*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 1, p. 101-110, 2008.

SAEWAN.N, JIMTAISONG. A. 2015. Natural products as photoprotection. *J Cosmet Dermatol*. 14(1):47-63. doi: 10.1111/jocd.12123.

SAYRE, R. M.; AGIN, P.P.; LEVEE, G.J.; MARLOWE, E. Comparison of in vivo and in vitro testing of sunscreens formula. **Photochemistry and Photobiology**. v. 29, p. 559-566, 1979.

SÁNCHEZ AP, CÁATALÁ. EB, LÓPEZ MH, MICO V. Nutraceuticals for Skin Care: A Comprehensive Review of Human Clinical Studies. *Nutrients*. [Internet]. 2018;10(4):403. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29587342/>

SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; NIEMAN, T. **Aplicações de espectrometria de absorção molecular no ultravioleta/visível**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 5 ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2004.

SOUZA, T. J. T. et al. Análise Morfo-Histológica e Fitoquímica de *Verbena litoralis* Kunth. **Acta Farm. Bonaerense**, v. 24, n. 2, p. 209-14, 2005a.

SOUZA, T. M. et al. Avaliação da atividade fotoprotetora de *Achillea millefolium* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 1, p. 36-38, 2005b.

TORRES, E. C., RIBEIRO, A., SOARES, M. A. **Abordagem Fitoquímica e prospecção do potencial antimicrobiano *in vitro* das partes aéreas de três espécies vegetais pertencentes à família Lamiaceae**. Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Itabira – MG, 2008. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos\\_s\\_teses/Biologia/Artigos/abordagem-fitoquimica.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos_s_teses/Biologia/Artigos/abordagem-fitoquimica.pdf)> Acessado em: 06/02/2011.

VELASCO, V. R. et al. Associação da rutina com p-metoxicinamato de octila e benzofenona-3: avaliação *in vitro* da eficácia fotoprotetora por espectrofotometria de refletância. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 27, n. 1, p. 23-7, 2008.

VIOLANTE, I. M. P. et al. Avaliação *in vitro* da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, n.19, p.452-457, 2009.

VIOLANTE, I. M. P. et al. Estudo preliminar da atividade fotoprotetora *in vitro* de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 89, n. 3, p. 175-179, 2008.

WADT, N. S. Y. et al. Atividade Antimicrobiana de *Leonurus sibiricus* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 5, n. 2, 1996.

## 5.2. Produto Técnico

**FOTOPROTETORES DE ORIGEM NATURAL:  
PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÕES**

**Editores**

**Wemerson Carlos da Conceição  
Camilo Amaro de Carvalho  
Marcelo Barcellos da Rosa**

**Viçosa/MG**

**2023**

## **SUMÁRIO**

### **APRESENTAÇÃO**

### **DADOS DOS AUTORES E COLABORADORES**

#### **1. INTRODUÇÃO - ASPECTOS HISTÓRICOS EM FOTOPROTEÇÃO**

- Aspectos Históricos
- Tecido epitelial
- Epiderme
- Função dos melanócitos
- Derme
- Hipoderme
- Agentes Fotoprotetores de forma geral

#### **2. CÂNCER DE PELE E A RADIAÇÃO SOLAR**

- Estimativas
- Tipos de pele
- Pele e pigmentação
- Fisiopatologia dos tumores epiteliais
- Tipos de tumores de pele

#### **3. FOTOPROTETORES ORGÂNICOS**

- Fator de Proteção Solar
- Fotoprotetores comerciais
- Fotoprotetores sintéticos
- Fotoprotetores orgânicos

#### **4. FOTOPROTETORES DE ORIGEM NATURAIS**

- Fotoprotetores orais
- Fotoprotetores tópicos
- Orientações sobre fotoprotetores orais e tópicos

## **5. NOVAS ESTRATÉGIAS EM FOTOPROTEÇÃO**

- Uma visão geral: fotoproteção no século XXI
- Forscolina
- Hormona estimulante de melanócitos alfa e análogos
- Nanopartículas de lipídios
- Enzima fotolíase: Foto reparo
- Nanotecnologia e Fotoproteção
- Aplicações da nanotecnologia em agentes fotoprotetores
- Segurança no uso da nanotecnologia em agentes fotoprotetores

## **6. FORMAS FARMACÊUTICAS EM FOTOPROTEÇÃO**

- Tipos de formulações fotoprotetoras

## **7. AVALIAÇÃO CLÍNICA: A ANAMNESE NA FOTOPROTEÇÃO**

- Fototipo (Escala Fitzpatrick)
- Biotipo cutâneo facial
- Óstios e poros
- Descrição da pele ao toque
- Presença de rugas

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## APRESENTAÇÃO

“*Não espere até sentir na pele*”. Com esse *slogan*, a Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD) divulga a campanha nacional de conscientização sobre o câncer de pele, Dezembro Laranja 2022. Justamente pensando nisto, pautados pela consciência da prevenção, este livro tem como objetivo trazer aos seus leitores uma fonte inesgotável de possibilidades em fotoproteção. Para melhor entendimento, iniciamos a obra pelos aspectos histológicos do tecido epitelial, prosseguindo pela fisiopatologia dos tumores epiteliais até o câncer de pele. Para tanto, seguimos pelas características cutâneas intrínsecas a cada indivíduo e o entendimento da prevenção por meio de fotoprotetores. Neste último tópico, abordamos os tipos de fotoprotetores (sintéticos e orgânicos), afunilando até os de origem naturais (tópicos e orais). Finalizamos esta obra com a anamnese utilizada na avaliação clínica, na busca da prevenção do câncer de pele. Esperamos que este livro possa, não só conscientizar seus leitores sobre a importância da prevenção frente aos raios UV, mas despertar para uma gama de novas opções de origem natural. Logo, vislumbramos o avanço da ciência por meio de pesquisa, desenvolvimento e inovações de novos produtos fotoprotetores de origem natural.

## **DADOS DOS AUTORES**

### **Camilo Amaro de Carvalho**

Graduado em Farmácia (UNIVALE), Mestre e Doutor em Biologia Celular e Estrutural (UFV). Professor Adjunto IV - Departamento de Medicina e Enfermagem. Professor do programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (UFV) e coordenador do LABLAC/UFV (Laboratório de Bioquímica Aplicado à Clínica).

### **Marcelo Barcellos da Rosa**

Graduado em Química Industrial e Química Licenciatura (UFSM); Mestre em Química (UFSM); Doutor em Ciências Naturais - Universidade de Hannover/Fraunhofer Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin - Alemanha. Estágio de Pós-doutorado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Bayreuth Center of Ecology and Environmental Research, Laboratory of Atmospheric Chemistry (Bayceer) - Alemanha. Professor Associado III - Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria e coordenador do LAQUIF/UFSM (Laboratório de Pesquisas Químicas e Farmacêuticas).

### **Wemerson Carlos da Conceição**

Graduado em Odontologia pela Universidade Federal Fluminense (UFF), especialização (Lato Sensu) em Formação e Educação Continuada em Ortodontia e Oclusão Funcional pela técnica do Straight-Wire de Andrews do Grupo do Rio de Janeiro de Estudos de Ortodontia, Mestrando em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

### **Alessandro Tavares Pinto**

Graduando em Medicina pela Universidade Federal de Viçosa.

### **Caroline Fani Teixeira**

Graduando em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica pela Universidade Federal de Viçosa. Integrante do Grupo de Engenharia e Gestão Territorial da UFV.

**Danrley de Freitas Coelho**

Graduando em Medicina pela Universidade Federal de Viçosa. Monitor de Metodologia Científica dos cursos de Medicina e Enfermagem da UFV.

**José Geraldo Alves Coutinho Filho**

Graduando em Medicina pela Universidade Federal de Viçosa.

**Juliano Rodrigues da Silva**

Graduando em Medicina pela Universidade Federal de Viçosa.

**Karine Emilly Matos Buenos**

Graduando em Medicina pela Universidade Federal de Viçosa.

**Leticia Alves Dias**

Graduando em Medicina pela Universidade Federal de Viçosa.

**Marilane de Oliveira Fani Amaro**

Graduada em Enfermagem (UNIG), Mestre e Doutora em Biologia Celular e Estrutural (UFV). Professora Associada I - Departamento de Medicina e Enfermagem (UFV).

**Yasmini Lopes de Oliveira**

Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa.

## **Capítulo 1**

### **INTRODUÇÃO - ASPECTOS HISTÓRICOS EM FOTOPROTEÇÃO**

**Wemerson Carlos da Conceição<sup>1</sup>**

**Marcelo Barcellos da Rosa<sup>2</sup>**

**Marilane de Oliveira Fani Amaro<sup>3</sup>**

**Juliano Rodrigues da Silva<sup>4</sup>**

**Letícia Aves Dias<sup>4</sup>**

**Danrley de Freitas Coelho<sup>4</sup>**

**Camilo Amaro de Carvalho<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Saúde Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>2</sup> Professor Associado III -Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM

<sup>3</sup> Professora curso de Enfermagem Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>4</sup> Graduando em Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>5</sup> Professor curso de Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

O hábito de se expor ao sol para obter uma pele bronzeada, o que transmitia a ideia de uma pessoa saudável, começou no século XX. Deste modo, os produtos cosméticos iniciais neste segmento foram os bronzeadores a base de óleo que aumentavam a atividade dos raios solares (Nascimento et al., 2014). No entanto, depois da descoberta da existência do espectro de frequência ultravioleta por Ritter, no ano de 1801, e da importância dos raios solares nas queimaduras do tecido epitelial por Everard Home, no ano de 1820, inúmeras substâncias foram estudadas em relação a aptidão para absorver a radiação, visando minimizar os efeitos gerados nesse tecido (Polonini, Raposo e Brandão, 2011).

Tendo em vista que, após várias décadas se passarem, principalmente após a primeira revolução industrial a partir dos meados do século XVIII, as atividades humanas geraram um dano considerável à camada de ozônio que protege o planeta, de modo que ocorreu um aumento substancial na quantidade de radiação que chega no planeta. E como consequência ocorreu o aumento significativo de muitas doenças e problemas relacionados com a abundante exposição à radiação ultravioleta proveniente do sol (Figura 1) (Napagoda et al., 2016).



Figura 1. Ação das radiações ultravioletas provenientes do sol sobre a pele gerando alterações ao DNA das células. Fonte: adaptado de [https://www.freepik.com/free-vector/realistic-sun-protection-infographic\\_13861902.htm](https://www.freepik.com/free-vector/realistic-sun-protection-infographic_13861902.htm) e [https://www.freepik.com/free-vector/animal-cell-closer-look\\_8131460.htm](https://www.freepik.com/free-vector/animal-cell-closer-look_8131460.htm) .

Desde então, muitas pesquisas foram conduzidas, buscando novos compostos com ação protetora frente à radiação solar. A substância primária que foi empregada, proposta por Widmark no ano de 1889, foi o sulfato de quinina acidificado. Posteriormente, essa substância foi adicionada em pomadas e loções por Hammer no ano de 1891, o que é considerado o primeiro protetor químico contra raios solares da história (Polonini, Raposo e Brandão, 2011). Suas pesquisas foram promissoras, pois descobriram que as substâncias fotoprotetoras são capazes de impossibilitar que as radiações solares atravessem a camada da derme e gere efeitos deletérios. A roupa, por exemplo, possui função fotoprotetora e ao longo da história foi a primeira maneira de diminuir os efeitos solares (Figura 2) (Deltreggia et al., 2019).

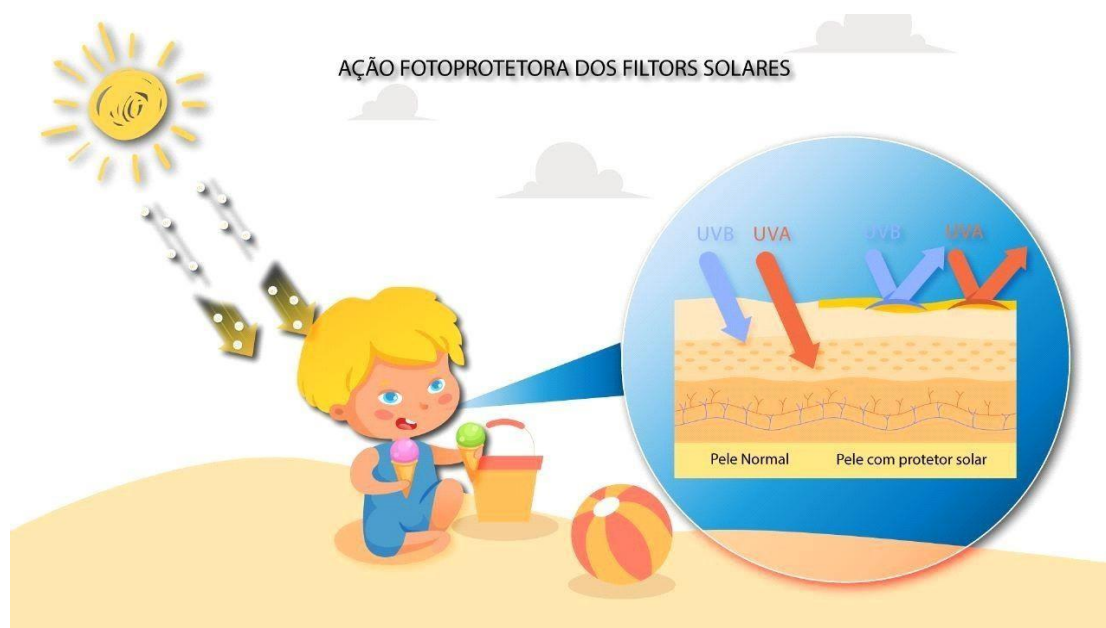


Figura 2. Demonstração da ação fotoprotetora dos filtros solares sobre a pele frente os raios ultravioletas. Fonte: adaptado de

[https://www.freepik.com/premium-vector/uv-skin-protection-damaged-human-skin-peels-before-after-sun-protection-body-adipose-layers-epidermis-recent-vector-infographic-template-uv-sunburn-ultraviolet-body-damage-illustration\\_19983138.htm](https://www.freepik.com/premium-vector/uv-skin-protection-damaged-human-skin-peels-before-after-sun-protection-body-adipose-layers-epidermis-recent-vector-infographic-template-uv-sunburn-ultraviolet-body-damage-illustration_19983138.htm).

Os fotoprotetores químicos iniciais utilizados pelo ser humano, no final da década de 1920, eram a base de ácido salicílico e muitos outros derivados do ácido cinâmico (Guaratini et al., 2009). Já em 1928, foi vendido nos Estados Unidos, o primeiro protetor solar, uma preparação emulsiva que continha salicilato de benzila e cinamato de benzila como fontes fotoprotetoras. Por meio da certificação de que esses produtos aumentavam a exposição ao sol e evitavam queimaduras solares, os protetores acabaram sendo divulgados. Corroborando com estes dados, no ano de 1930 surgiram os primeiros relatos que relacionavam a exposição solar à problemas de pele (Nascimento et al., 2014), o que reforçava a necessidade da utilização de fotoprotetores. Já no início da década de 1940, a indústria de cosméticos incorporou os derivados do quinina à formulações. Entretanto, somente após 10 anos obteve grande sucesso com o avanço em relação aos derivados do ácido *p*-aminobenzóico. Ressaltasse que os primeiros derivados possuíam algumas desvantagens em relação à solubilidade e ao pH e com isso as pesquisas levaram ao desenvolvimento do paldimato O (Figura 3) (Guaratini et al., 2009).

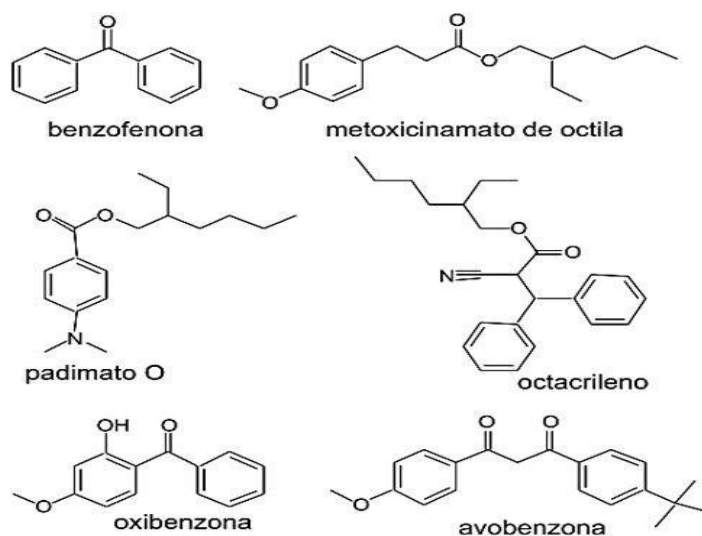


Figura 3. Composto utilizado em fotoprotetores. Fonte: Guaratini et al,2009.

Desde o primeiro protetor solar criado em 1891, muitos tipos de protetores solares foram inseridos no mercado: a base de esculina (em 1911), a base de ácido tânico (em 1925), a base de salicilato de benzila (em 1931), o que derivam do ácido *p*-amino benzóico e do 2-fenilimidazol (em 1942), a base de ácido antralínico (em 1950), a base de cinamatos (em 1954), a base de cloroquinas (em 1962), a base de benzofenonas (em 1965) e muitos outros (Polonini, Raposo e Brandão, 2011). Além disso, as fórmulas fotoprotetoras podem ter outros compostos que agem de maneira sinérgica sobre o tecido epitelial, como ocorre com antioxidantes como a vitamina E. Esses compostos, ao serem incorporados nesses produtos fotoprotetores, a depender da formulação, pode gerar um sinergismo aumentando a proteção solar *in vivo* (Guaratini et al., 2009).

As recomendações iniciais da agência americana Food and Drug Administration (FDA) para uso de protetores solares ocorreu no ano de 1972, mas o conceito de fotoprotetores foi incorporado e utilizado apenas após o ano de 1978, momento em que os protetores solares foram novamente classificados, deixando a classe de cosméticos e se tornando medicamentos de fins preventivos. Posteriormente, no ano de 1999 a FDA liberou uma lista com 14 filtros de proteção solar que eram considerados seguros e eficientes para serem utilizados sem a

necessidade de uma prescrição médica (Nascimento et al., 2014).

Atualmente, os protetores contra raios UV mais recentes tem em sua fórmula elementos que são chamados de filtros solares. Sendo eles divididos em duas classes: os orgânicos e os inorgânicos (Polonini, Raposo e Brandão, 2011).

Os filtros solares orgânicos também denominados por filtros solares químicos, possuem elementos orgânicos que absorvem a radiação ultravioleta e a transformam em radiação infravermelha, isto é, transformando os raios UV em radiações de energias menores que não são danosas ao indivíduo. Normalmente são moléculas aromáticas com um doador de elétrons, a fim de modificar a radiação UV para uma radiação a nível do infravermelho, emitindo, assim, calor (Deltreggia et al., 2019). Além disso, uma das novidades essenciais dos últimos anos dentro desse setor é: 1) a introdução de moléculas novas aos protetores solares de uso tópico tradicionais; e 2) o emprego da via de administração oral como uma forma nova de proteção sistêmica para o corpo (Gilaberte, Y. e González, S., 2010).

Os filtros solares orgânicos, são divididos em sintéticos ou naturais, possuindo como característica comum a capacidade de absorver os raios UV, reduzindo os efeitos indesejados no organismo do ser humano. Já os filtros inorgânicos, também chamados de filtros físicos, costumam ser óxidos metálicos que geram uma proteção por meio da reflexão da radiação que incide sobre ele (Polonini, Raposo e Brandão, 2011) (Figura 4).

Atualmente, os fotoprotetores integram os produtos cosméticos, como as loções, de modo a facilitar sua utilização sobre o corpo visando manter a sua temperatura em dias quentes. Vários elementos estão sendo utilizados como fotoprotetores, mas a busca tem sido por aqueles com o menor índice de penetração, de modo que não ultrapassem o tecido epitelial e cheguem na corrente sanguínea, podendo gerar efeitos deletérios ao ser humano (Deltreggia et al., 2019).

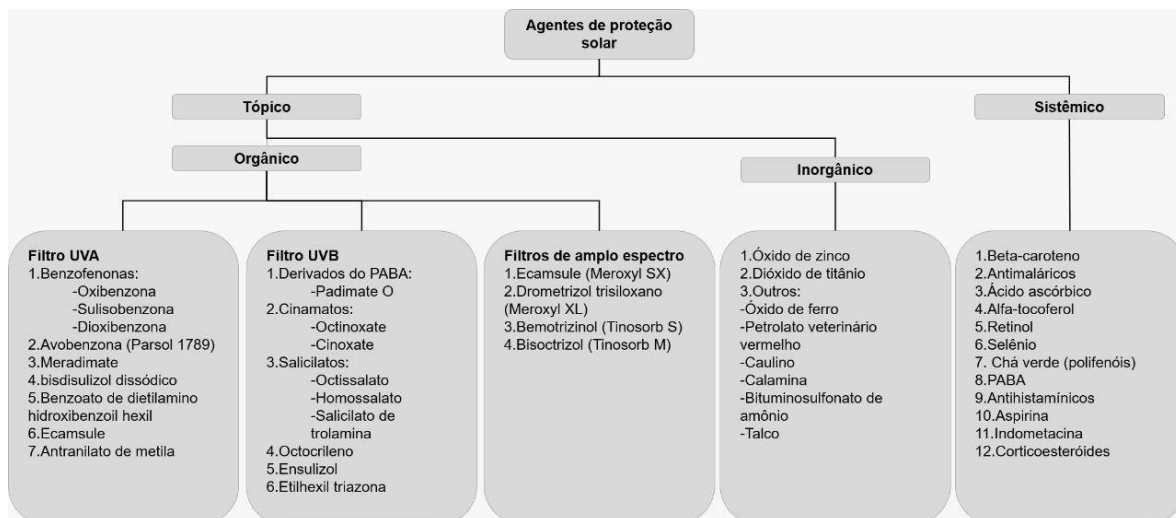


Figura 4. Classificação dos agentes fotoprotetores. Adaptado de [CHEN, L.L.; WANG, S.Q.. Nanotechnology in Photoprotection. Nanoscience In Dermatology, [S.L.], p.229-236, 2016.

Embora, haja um grande interesse em novas moléculas e formulações para os protetores solares, nota-se, após uma verificação dos registros de patentes que datam do ano de 1980 até o ano de 2008, que somente 3% das requisições equivalem ao uso de novos ativos, foram 111 documentos analisados no total (Guaratini et al., 2009). Portanto, em 2007 entrou em vigor a nova regulamentação da FDA que abrange tanto as formulações quanto os ensaios dos fotoprotetores até chegar no produto finalizado. Desse modo, as agências de regulação ao redor do mundo começaram a publicar várias normas visando uma padronização efetiva, uma maior segurança e fotoprotetores que geram bons resultados (Nascimento et al., 2014).

A busca pelo desenvolvimento de novas substâncias fotoestáveis em filtros solares ainda é grande, de modo que, hoje em dia, há um destaque enorme em relação ao desenvolvimento de fotoprotetores baseados em substâncias naturais. Esses novos ativos precisam ter como característica a propriedade de absorver a luz que se encontra na faixa ultravioleta, o que é feito pelos cromóforos, além de possuírem uma atividade antioxidante aceitável (Guaratini et al., 2009).

### Tecido Epitelial (Pele)

O tecido epitelial cobre a superfície do corpo, tendo sua porção epitelial originada da ectoderme (epiderme) e a sua porção conjuntiva originada da

mesoderme (derme). De acordo com a espessura da epiderme é possível definir se a pele é fina ou grossa. Estando essa pele mais espessa localizada na superfície palmar, na superfície plantar e recobrimdo algumas articulações. Já as demais partes corpo é recoberto por uma pele fina. Em um nível mais profundo, abaixo da derme, existe a hipoderme que também pode ser chamado de tecido celular subcutâneo, que não é definida como parte da pele, mas serve como ponto de união do tecido epitelial com os outros órgãos. Ademais, a hipoderme é um tipo de tecido denominado conjuntivo frouxo que pode acomodar uma grande quantidade de células adiposas, sendo esse aglomerado de células chamado de pânículo adiposo (Junqueira e Carneiro, 2013).

A pele é um componente incrível que possui uma área de 2 metros quadrados e pesa o equivalente a 16-20% do peso corporal. A sua proximidade em relação aos diversos estímulos externos que podem ter um potencial danoso gera algumas consequências importantes, sendo a primeira, o fato de que a pele quase sempre é lesada por estar na linha de frente, segundo está no fato de que as diferentes células presentes no tecido epitelial podem desenvolver problemas degenerativos e neoplásicos. Embora, a princípio, a pele pareça uma estrutura complicada, uma avaliação mais cautelosa revela toda a lógica elegante que está por trás da sua arquitetura, de modo que essa estrutura ajuda nas diversas funções vitais (Sarkar et al., 2021). Por exemplo, tanto a pele quanto os tecidos subcutâneos e, especialmente, a gordura subcutânea (hipoderme), funcionam como um isolante térmico do corpo, o que permite manter a temperatura corporal estável (Hall e Hall, 2021). A superfície da pele funciona como uma barreira que protege dos potenciais danos advindos do mundo exterior, portanto ela tem um papel importante na administração das interações entre o meio externo e o interno (Sarkar et al., 2021). Ademais, devido ao fato da epiderme ser queratinizada, isso permite que o organismo se proteja contra a desidratação e o atrito, além disso as terminações nervosas existentes permitem que os estímulos sensoriais externos sejam enviados ao sistema nervoso central na forma de informação. Já os vasos sanguíneos, as glândulas sudoríparas e o tecido adiposo ajudam na regulação da temperatura interna e na eliminação de várias substâncias através do suor. Por fim, a pele possui células do sistema imune que protegem o meio interno da invasão de microrganismos, tem papel crucial na produção de vitamina D por meio dos raios

ultravioletas do sol e possui um pigmento, que se encontra acumulado na superfície da epiderme, chamado melanina cuja função é proteger contra os danos ocasionados pela radiação UV do sol (Junqueira e Carneiro, 2013).

### Epiderme

A camada mais externa da pele é chamada de córnea, essa estrutura é o produto final do metabolismo da pele, isto é, a queratinização tendo como parte final do processo a descamação das células individuais da pele (Sarkar et al., 2021). A sua espessura varia bastante, sendo constituída por células achatadas, mortas e sem núcleo, possuindo citoplasma repleto de queratina (Junqueira e Carneiro, 2013). Essa camada mais exteriorizada da pele é constituída por células que são chamadas de corneócitos, células estas que não possuem mais núcleo. Ademais, essa camada é dividida em três zonas distintas por sua constituição bioquímica e funcionalmente: camada externa com capacidade para absorver solutos; camada intermediária responsável pela absorção de água, mantendo a hidratação tecidual; e camada interna com função de barreira, uma defesa mecânica (Figura 5).

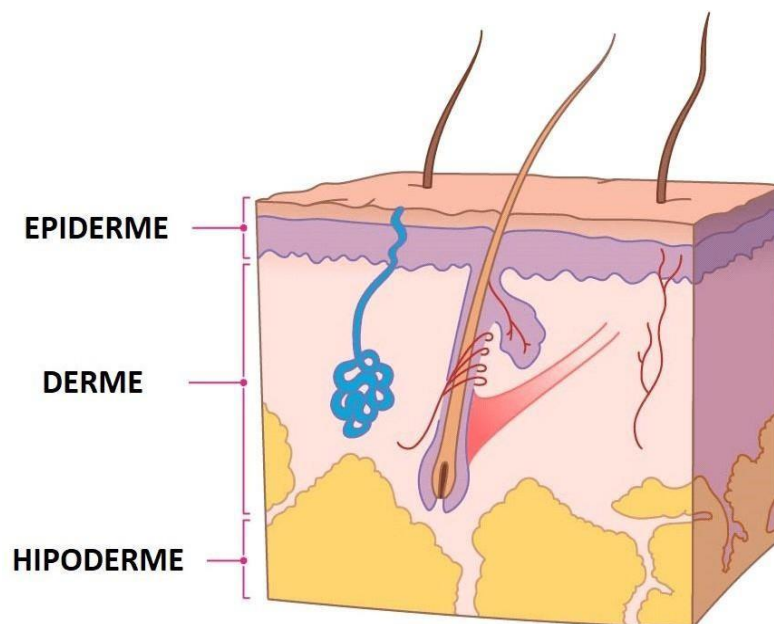


Figura 5. Mostra a divisão do tecido epitelial em epiderme, derme e hipoderme.

Fonte: Adaptado de <https://www.educarsaude.com/composicao-da-pele/>.

Por fim, a progressão celular da camada mais profunda até a camada mais superficial da pele leva cerca de 30 dias para acontecer (Griffiths et al., 2016).

A epiderme também é constituída, além do epitélio de característica estratificado, cujas células mais abundantes são os queratinócitos, por outros três tipos celulares: os melanócitos, as células de Langerhans e as células de Merkel (Junqueira e Carneiro, 2013). Os melanócitos são caracterizados como células dendríticas capazes de distribuir um pigmento chamado melanina aos queratinócitos que estão ao seu redor, pigmento esse que confere a coloração à pele humana. As células de Langherhans também são células dendríticas sendo sua função caracterizada como apresentadora de antígenos. Ou seja, as células de Langherhans, processam os antígenos encontrados na pele e leva-os até os linfonodos, sendo uma peça chave para a imunidade adaptativa. Já as células de Merkel são caracterizadas como mecanorreceptores que respondem ao toque (Griffiths et al., 2016). Cabe evidenciar aqui que a espessura da epiderme pode variar de acordo com o local que será pesquisado/estudado, sendo mais espessas regiões que envolvem a planta dos pés, a palma das mãos e algumas articulações, locais em que possuem maior complexidade com as cinco camadas (a basal, a espinhosa, a granulosa, a lúcida e a córnea), podendo chegar a 1,5mm de espessura (Junqueira e Carneiro, 2013). Além disto, a pele humana contém mais algumas estruturas como os folículos pilosos e as glândulas de suor (Griffiths et al., 2016).

### **Função dos Melanócitos**

A coloração da pele depende de diversos fatores como a quantidade de melanina e de caroteno presente, o número de capilares sanguíneos que podem ser encontrados na derme e a coloração do sangue que passa por esses vasos. São os aspectos genéticos de cada indivíduo, aliado aos fatores ambientais (epigenéticos) e endócrinos que controlam a coloração da pele, por meio do controle da quantidade, do tipo e do fornecimento de melanina para o tecido epitelial, assim como pelos e olhos (Junqueira e Carneiro, 2013). O número de queratinócitos não muda muito entre os tipos de pele, no entanto é a natureza da melanina e o tamanho das vesículas de melanina, os melanosomas, que explicam as diferenças entre a coloração dos tipos de pele existentes (Griffiths et al., 2016).

A melanina é produzida pelos melanócitos que estão localizados no local em que a derme se encontra com a epiderme (na camada basal) e possui uma cor

marrom escura, ademais ela necessita da participação da enzima tirosinase durante a sua sintetização. Por meio dessa síntese, o aminoácido tirosina sofre uma transformação se tornando a 3,4-di-hidroxifenilalanina (dopa). Portanto, a tirosinase atua na dopa, produzindo um composto chamado dopa-quinona, que após sofrer outra transformação, torna-se convertido em melanina. Após a formação, os grânulos de melanina são transportados até o citoplasma dos queratinócitos, responsáveis pelos prolongamentos dos melanócitos (Figura 6), agindo como um estoque de melanina (Junqueira e Carneiro, 2013). A melanina produzida fornece ao tecido epitelial proteção, por meio da redução do dano causado pela radiação ultravioleta (Griffiths et al., 2016). Os grânulos que contêm melanina se juntam aos grânulos lisossômicos dentro dos queratinócitos e o resultado final são células superficiais sem melanina, na camada mais superficial da epiderme. Já a localização dos grânulos de melanina dentro das células da pele está situada em posição supranuclear, isto é, acima do núcleo, gerando uma proteção máxima do DNA contra os efeitos deletérios da radiação ultravioleta do sol. Enquanto isso, o bronzeamento da pele ocorre após a exposição solar, o que faz com que a melanina já existente escureça e que ocorra uma transferência acelerada de melanina para os queratinócitos. Em seguida, ocorre também uma elevação na síntese de melanina (Junqueira e Carneiro, 2013).

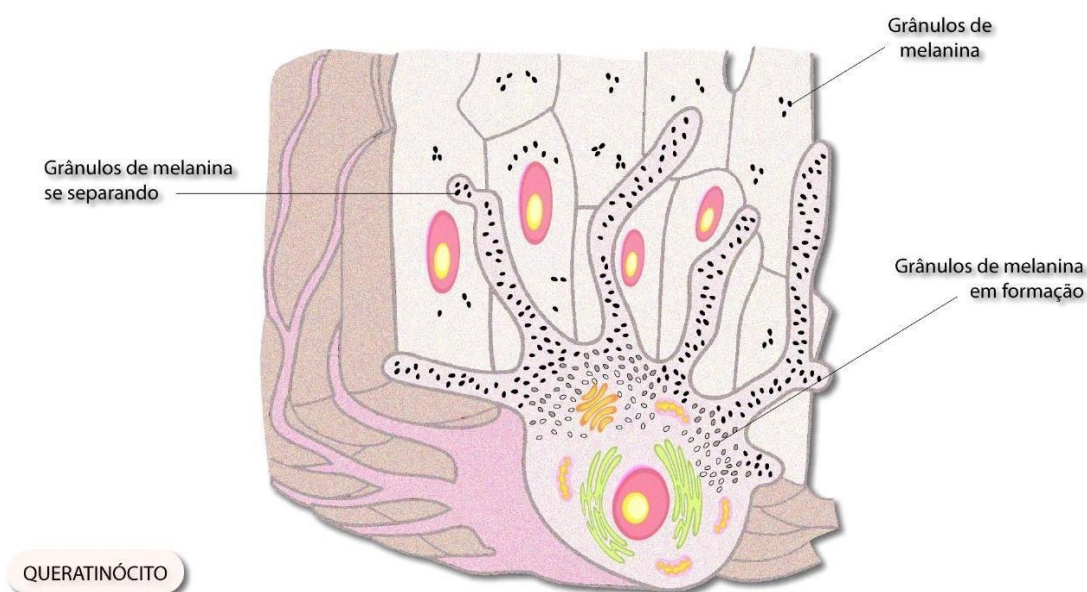


Figura 6. Melanócito na camada basal da epiderme liberando grânulos de melanina que são transferidos para os queratinócitos. Fonte: adaptado de Junqueira e Carneiro, 2013

A segunda camada mais externa é a camada lúcida, que pode ser melhor observada na pele mais espessa, sendo constituída por uma fina camada de células achatadas, translúcidas e eosinofílicas, que não possuem nem núcleo e nem organelas, as quais foram digeridas pelos lisossomos. A terceira camada mais externa é chamada de granulosa, ela contém cerca de 3 a 5 células também achatadas, que possuem grânulos basófilos, de querato-hialina, tanto no seu núcleo como no citoplasma e esses grânulos ao se fundirem à membrana plasmática da célula e empurram o conteúdo para o espaço intercelular, local em que o material lipídico se deposita formando, assim, uma barreira que impede a penetração de substâncias e que torna a pele impermeável à água evitando assim a desidratação do corpo humano. A quarta camada mais externa é chamada de espinhosa sendo ela composta por células cúbicas levemente achatadas, porém essas células já possuem um núcleo, além das curtas expansões citoplasmáticas que mantêm as células unidas as células adjacentes através dos desmossomos, o que confere à célula um caráter espinhoso. Já a última camada, mais interna da epiderme, é chamada de basal, possuindo células prismáticas ou cúbicas de característica basófila que se apoiam sobre a membrana basal, estrutura essa que separa a epiderme da derme. Essa camada está localizada próximo às células-tronco com intensa atividade mitótica, as quais são encarregadas da renovação da pele, atividade essa que ocorre a cada 15 a 30 dias, dependendo da idade do indivíduo e do local da pele (Junqueira e Carneiro, 2013).

## **Derme**

A importância da derme se dá pelo fato de fornecer uma proteção mecânica às estruturas subjacentes do corpo, além de unir todas as estruturas superficiais (Sarkar et al., 2021). A camada dérmica é constituída de tecido conjuntivo, tecido esse que une o epitélio ao subcutâneo (hipoderme) e que sustenta a epiderme. Ela possui duas camadas cujos limites são pouco definidos: a papilar, superficial, delgada e formada de tecido conjuntivo frouxo e a reticular, profunda, espessa e formada de tecido conjuntivo denso. As duas camadas possuem muitas fibras do sistema elástico, o que confere a elasticidade do tecido epitelial (Junqueira e Carneiro, 2013).

A derme é composta principalmente de colágeno fibroso, resistente e uma rede de fibras de tecido elástico, bem como os canais vasculares e fibras nervosas da pele (Sarkar et al., 2021). E os pequenos vasos sanguíneos presentes nessa camada que fazem tanto a nutrição quanto a oxigenação da epiderme. Além dos vasos sanguíneos, dos linfáticos e das estruturas nervosas, são encontrados folículos pilosos, glândulas sebáceas e sudoríparas. Ademais, a derme não possui uma espessura única e específica, ela varia de acordo com a região, tendo uma espessura máxima na planta dos pés com cerca de 3 mm (Junqueira e Carneiro, 2013). As células mais importantes da derme são os fibroblastos, os monócitos, os macrófagos, os dendritos e os mastócitos (Sarkar et al., 2021).

### **Hipoderme**

É uma estrutura constituída de tecido conjuntivo frouxo que mantém a derme aderida aos órgãos profundos. Devido a essa camada que a pele consegue deslizar sobre as estruturas nas quais está apoiada. De acordo com a localização e o estado nutricional do indivíduo, essa camada pode adquirir uma camada de tecido adiposo (panículo adiposo) que é variável (Junqueira e Carneiro, 2013). Aproximadamente 80% da gordura está no subcutâneo, sendo o restante encontrado ao redor dos órgãos internos (Griffiths et al., 2016). Segundo Junqueira e Carneiro (2013), a camada de adipócitos possui algumas funções como a de modelar o corpo, ser um isolante térmico e servir de reserva de energia.

### **Agentes Fotoprotetores de forma geral**

O espectro eletromagnético é composto por radiação eletromagnética de diferentes comprimentos de onda advindos de diversas fontes (Figura 7). Cada comprimento de onda possui sua própria frequência e energia fotônica, a qual é inversamente proporcional ao tamanho. Ou seja, quanto maior o comprimento de onda menor energia. Com base nesses dois parâmetros, é possível classificar as radiações em dois grupos: ionizantes e não-ionizantes. O primeiro grupo engloba as radiações de alta frequência e energia, capazes de remover elétrons das moléculas em que incidem e são absorvidas. O segundo grupo, das radiações de menor energia e frequência, promove apenas sua excitação. A luz solar, principal fonte da

radiação à qual os seres humanos estão expostos, é formada majoritariamente por radiação não-ionizante. Ela é composta por diferentes radiações: luz visível, ultravioleta (UV), infravermelho e uma quantidade insignificante de raios X e ondas de rádio (Azulay, 2017).

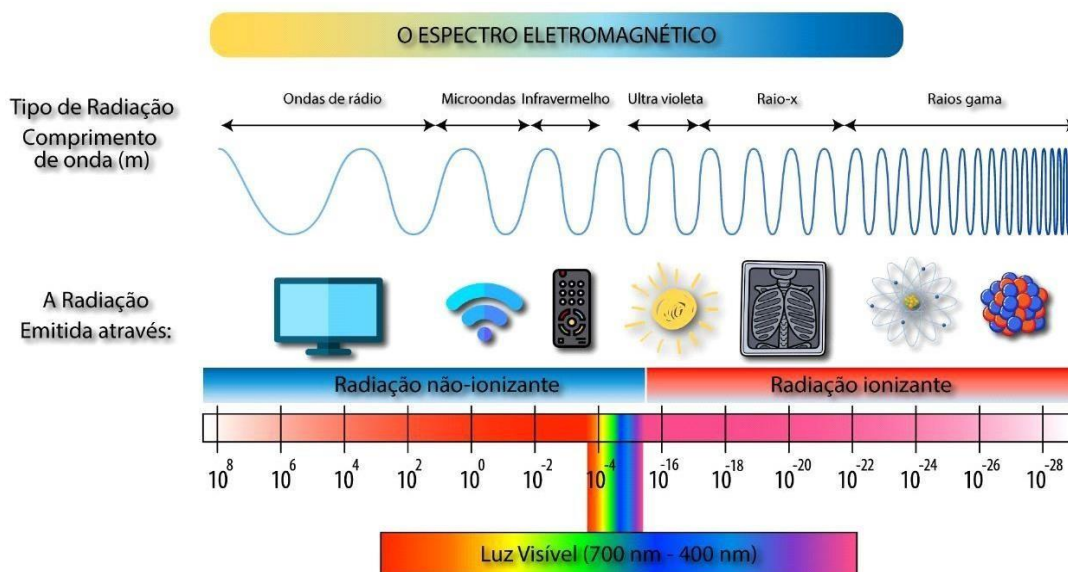


Figura 7. Demonstração do espectro eletromagnético e os diferentes tipos de ondas que pertencem tanto a radiação não-ionizante como a radiação ionizante. Fonte: adaptado de [https://www.freepik.com/free-vector/science-electromagnetic-spectrum-diagram\\_15662378.htm](https://www.freepik.com/free-vector/science-electromagnetic-spectrum-diagram_15662378.htm).

Cada molécula orgânica da pele possui sua própria faixa de comprimento de onda capaz de ser absorvida. Uma vez absorvida, a energia fotônica desencadeia uma série de reações fotoquímicas que promovem a excitação dessas moléculas, e as tornam aptas a reagir entre si e originarem fotoprodutos, alterações bioquímicas, alterações celulares ou teciduais. No caso dos seres humanos, o espectro de absorção majoritária é na faixa da luz ultravioleta (Azulay, 2017).

A luz ultravioleta consiste em UVA (comprimento de onda 320-400 nm), UVB (comprimento de onda de 280-320 nm) e UVC (comprimento de onda 100-280 nm). A faixa de comprimento de onda que compreende a radiação UVA pode ser subclassificada em UVA1 (comprimento de onda 340-400 nm) e UVA2 (comprimento de onda 320-340 nm) (Figura 8). A UVC é a mais danosa, porém, por ser completamente absorvida pela camada de ozônio, não atinge os seres humanos

(Guan et al., 2021). Cada uma dessas faixas de comprimento de onda possui interação própria com células em profundidades distintas da pele: UVB predominantemente na epiderme, UVA tanto na epiderme quanto na derme (Azulay, 2017).

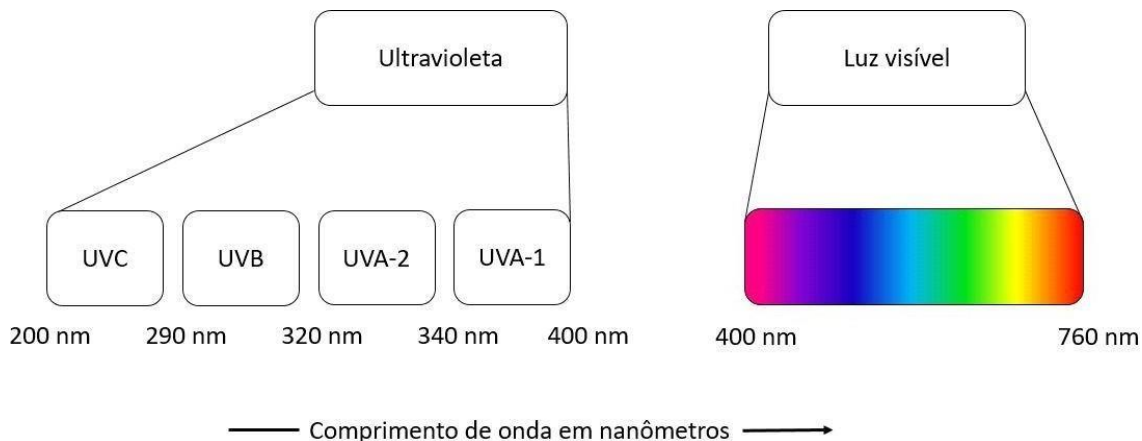


Figura 8. Espectro eletromagnético evidenciando a faixa de luz ultravioleta e suas subclassificações. Adaptado de (Azulay, 2017).

Os efeitos da UVA estão relacionados à redução da elasticidade da pele, aumento de rugas, erupção polimorfa à luz (EPL), queimaduras solares, eritema, inflamação, fotoenvelhecimento, exacerbação de lúpus eritematosos cutâneo, urticária solar, lesão de DNA mitocondrial e nuclear, mutações genéticas, desregulação de reações da cadeia enzimática, lesões de membrana e efeitos foto tóxicos e foto alérgicos. Também é descrito que, por meio de mecanismos imunossupressores, a UVA pode contribuir com o crescimento de cânceres de pele. Os efeitos da UVB também podem ser agudos, pigmentação e queimaduras solares ou crônicos, imunossupressão, fotoenvelhecimento e fotocarcinogênese, especialmente carcinomas de células escamosas, porém é mais citotóxico e eritematogênico que a UVA (Latha et al., 2013; de Gruijl et al., 1993).

Deste modo, a prevenção e o diagnóstico precoces do câncer de pele são fundamentais na redução da sua morbimortalidade e, conseqüentemente, adiminuição do impacto na saúde pública (Ferreira e Nascimento, 2011; Cortez et al., 2016). Os hábitos que devem ser incluídos diariamente para a redução da incidência do câncer de pele são: evitar a exposição direta ao sol, utilizar chapéus, óculos solares e vestir-se adequadamente. Outra forma de prevenção do câncer de pele é o

uso de fotoprotetores (Nora et al., 2004; Cortez et al., 2016).

Ademais, considerando que é recomendado o uso diário e a longo prazo de agentes fotoprotetores, é importante que eles sejam seguros, quimicamente inertes, não irritantes, não tóxicos, fotoestáveis, baixo custo, capazes de oferecer proteção completa da pele contra a radiação da luz solar, além de permanecerem na pele mesmo após o usuário transpirar, entrar em contato com água ou sofrer atrito. Com isso, é possível uma proteção contra a luz solar, mas também contra os impactos da exposição cumulativa ao sol (Azulay, 2017; Latha et al., 2013)..

Cabe ressaltar que a eficácia dos agentes fotoprotetores está diretamente relacionada a alguns fatores: o fator de proteção solar, a substantividade (propriedade de manter a ação terapêutica após a remoção) e administração/aplicação correta (Latha et al., 2013; Gabros et al., 2021). Já os efeitos adversos, apesar de raros, manifestam-se majoritariamente como reações de sensibilidade: fototoxicidade, fotoalergia, alergia ou irritação. Alguns estudos associaram o uso de filtros solares com o desenvolvimento de melanoma devido ao aumento na exposição solar pela falsa sensação de segurança dos usuários. Também é descrita a exacerbação de quadros de acne e rosácea por agentes que contenham bloqueadores físicos como ZnO e TiO<sub>2</sub>, e a possibilidade de diminuição da absorção da Vitamina D com uso de camadas espessas de filtros solares (Latha et al., 2013; Gabros et al., 2021).

Esta obra tem como objetivo trazer aos leitores uma fonte inesgotável de possibilidades em fotoproteção. Para isso, foi realizada uma breve introdução de aspectos históricos, morfológicos e fisiológicos pertinentes ao estudo dos agentes fotoprotetores; uma revisão bibliográfica da correlação entre a radiação solar e os cânceres de pele e sobre os agentes fotoprotetores orgânicos e naturais; e uma análise panorâmica das pesquisas e inovações em fotoproteção.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Young, Antony R.; ClaveauL, Joël; Rossi, Ana Beatris. Ultraviolet radiation and the skin: photobiology and sunscreen photoprotection. *Journal Of The American Academy Of Dermatology*, [S.L.], v. 76, n. 3, p. 100-109, mar. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaad.2016.09.038>.

(Young; ClaveauL; Rossi, 2017 ).

Azulay Z, R.D. Dermatologia, 7. ed Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

Guan LL, Lim HW, Mohammad TF. Sunscreens and Photoaging: A Review of Current Literature. Am J Clin Dermatol. 2021 Nov;22(6):819-828.

aM.S. Latha, MD; bJachinta Martis, MD; bShobha V, MD; cRutuja Sham Shinde; dSudhakar Bangera, MD; eBinny Krishnankutty, MD; aShantala Bellary, BDS; aSunoj VarugheseA; aPrahakar Rao; aB.R. Naveen Kumar, MBBS. Sunscreening agents: a Review. The Journal of Clinical Aesthetic Dermatology. 2013 Jan.

de Gruijl FR, Sterenborg HJ, Forbes PD, Davies RE, Cole C, Kelfkens G, et al. Wavelength dependence of skin cancer induction by ultraviolet irradiation of albino hairless mice. Cancer Res. 1993; 53:53-60

Geisler, Amaris N.; Austin, Evan; Nguyen, Julie; Hamzavi, Iltefat; Jagdeo, Jared; LIM, Henry W. Visible light. Part II: photoprotection against visible and ultraviolet light. Journal Of the American Academy Of Dermatology, [S.L.], v. 84, n. 5, p. 1233-1244, maio 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaad.2020.11.074>  
(Geisler; Austin; Nguyen; Hamzavi; Jagdeo; Lim, 2021)

Gabros S, Nessel TA, Zito PM. Sunscreens and photoprotection. StatPearls [Internet]. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2021 [cited 2021 Mar 27]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537164/>.

Guyton, A.C. e Hall J.E.- Tratado de Fisiologia Médica. Editora Elsevier. 14ª ed., 2020.

Junqueira, L. C.; Carneiro, J. Histologia básica. 12ª edição. Rio de Janeiro - RJ: Guanabara Koogan, 2013.

Nascimento, Luciano F. do; Santos, Elisabete P. dos; Aguiar, Alcino P. Fotoprotetores Orgânicos: pesquisa, inovação e a importância da síntese orgânica. Revista Virtual de Química, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 190-223, 08 dez. 2014. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20140015>.

Gilaberte, Y.; González, S. Novedades en fotoprotección. Actas Dermo- Sifiliográficas, [S.L.], v. 101, n. 8, p. 659-672, out. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ad.2010.04.003>.

Guaratini, Thais; Callejon, Daniel Roberto; Pires, Dalton Caprari; Lopes, José Norberto Callegari; Lima, Leonardo Mandalho; Giannella Neto, Daniel; Sustovich, Celso; Lopes, Norberto Peporine. Fotoprotetores derivados de produtos naturais: perspectivas de mercado e interações entre o setor produtivo e centros de pesquisa. Química Nova, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 717-721, 17 mar. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000300015>.

Polonini, H.C. et al. Fotoprotetores naturais como instrumento de ação primária na prevenção do câncer de pele. Revista de Atenção Primária a Saúde, v.14, n.2, p.216-223, 2011.

Napagoda, Mayuri Tharanga; Malkanthi, Benthota Malavi Arachchige Shamila; Abayawardana, Subasinghe Appuhamillage Kaumudi; Qader, Mohomed Mallique; JayasingheA, Lalith. Photoprotective potential in some medicinal plants used to treat skin diseases in Sri Lanka. BMC Complementary and Alternative Medicine, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 1-6, 24 nov. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12906-016-1455-8>.

Gomes, Marina. Desenvolvimento de tecnologia para fotoproteção da pele baseada em ativos de origem mineral e vegetal. 2020. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Farmácia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

Deltreggia, Débora Cristine *et al.* A evolução dos fotoprotetores: das emulsões às nanoemulsões. *Revista Saúde em Foco*, Indaiatuba, v. 11, p. 798-811, mar. 2019.

Sarkar, Rashmi. *Concise Dermatology*. New Delhi: Crc Press - Taylor & Francis Group, Llc, 2021.

Griffiths, Christopher *et al.* *Rook's Textbook of Dermatology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Ltd, 2016. 1115 p.

Ferreira FR, Nascimento LFCO. Risk factors for nonmelanoma skin cancer in Taubaté, SP: a case-control study. *Rev Assoc Med Bras* 2011; 57(4):431-437.

Nora AB, Panarotto D, Lovatto L, Boniatti MM. Frequência de aconselhamento para prevenção de câncer da pele entre as diversas especialidades médicas em Caxias do Sul. *An Bras Dermatol* 2004; 79(1):45-51.

Cortez, DAG; Machado, ES; Vermelho, SCSD; Teixeira, JJV; Cortez, LER; O conhecimento e a utilização de filtro solar por profissionais da beleza. *Ciência & Saúde Coletiva*, 21(7):2267-2273, 2016.

## **Capítulo 2**

### **CÂNCER DE PELE E A RADIAÇÃO SOLAR**

**Wemerson Carlos da Conceição<sup>1</sup>**

**Marcelo Barcellos da Rosa<sup>2</sup>**

**Marilane de Oliveira Fani Amaro<sup>3</sup>**

**José Geraldo Alves Coutinho Filho<sup>4</sup>**

**Karine Emilly Matos Buenos<sup>4</sup>**

**Allessandro Tavares Pinto<sup>4</sup>**

**Caroline Fani Teixeira<sup>5</sup>**

**Camilo Amaro de Carvalho<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Saúde Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>2</sup> Professor Associado III -Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM

<sup>3</sup> Professora curso de Enfermagem Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>4</sup> Graduando em Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia de Agrimensura Universide Federal de Viçosa - UFV

<sup>6</sup> Professor curso de Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

#### **Estimativas**

O câncer de pele é o mais comum de todos os tipos de câncer e incorpora uma gama de entidades patológicas que se originam de diferentes células da derme e da epiderme (WILD; WEIDERPASS; STEWART, 2020; INCA, 2022a).

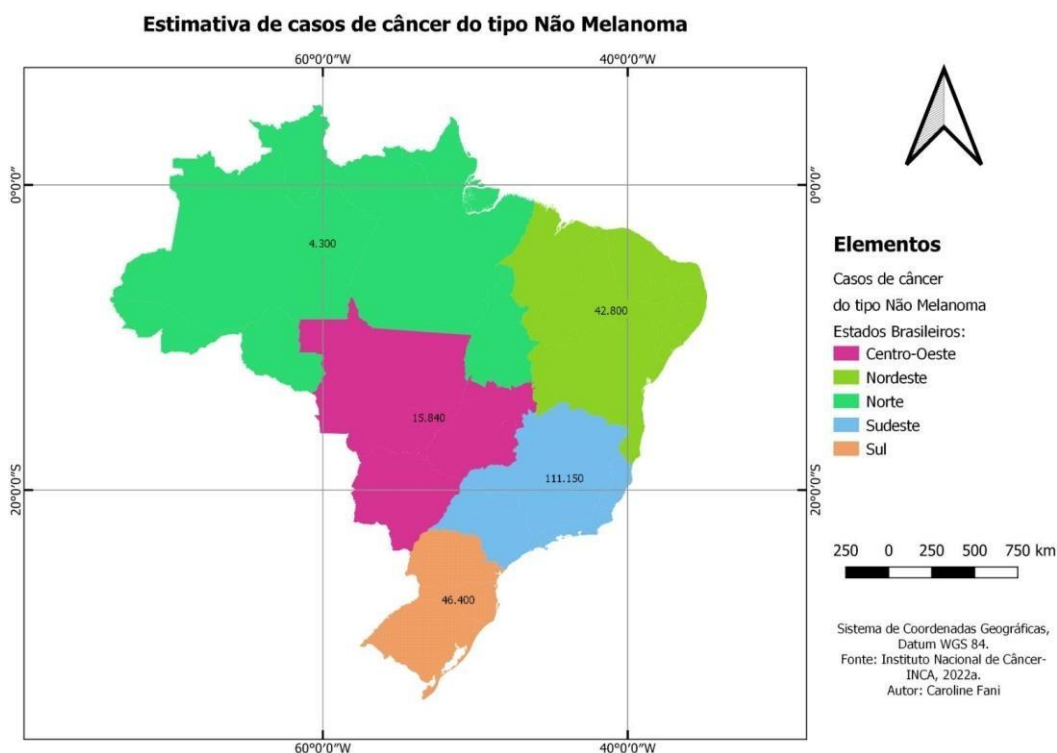
Os principais tipos de câncer de pele são: o carcinoma de células escamosas, o carcinoma basocelular, também chamados de câncer de pele não melanoma, que são a maioria dos casos, e o câncer de pele melanoma, que se forma nos melanócitos, cresce e se espalha mais rapidamente, apesar de ser menos comum (AMERICAN CANCER SOCIETY, 2019; INCA, 2022b; NATIONAL CANCER INSTITUTE, 2019; INCA, 2022a).

Segundo dados atualizados do Intituto Nacional do Câncer (INCA, 2022a), no Brasil, o câncer de pele não melanoma é o mais frequente no país. Sendo que o número de casos novos estimados, para cada ano do triênio de 2023 a 2025, é de 220.490, o que corresponde a um risco estimado de 101,95 por 100 mil habitantes, sendo 101.920 em homens e 118.570 em mulheres. Esses valores correspondem a um risco estimado de 96,44 casos novos a cada 100 mil homens e 107,21 a cada

100 mil mulheres.

Quanto ao câncer de pele melanoma, o número de casos novos estimados é de 8.980, o que corresponde a um risco de 4,13 por 100 mil habitantes, sendo 4.640 em homens e 4.340 em mulheres. Esses valores correspondem a um risco estimado de 4,37 casos novos a cada 100 mil homens e 3,90 a cada 100 mil mulheres (INCA, 2022a).

Por meio dos dados, pode-se observar a estimativas para o ano de 2023, de casos novos de Câncer de pele Melanoma e Não Melanoma nas Regiões geográficas do Brasil (Figura 1). Os dados foram obtidos do site do Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2022a) e plotados por meio do Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum WGS 84.



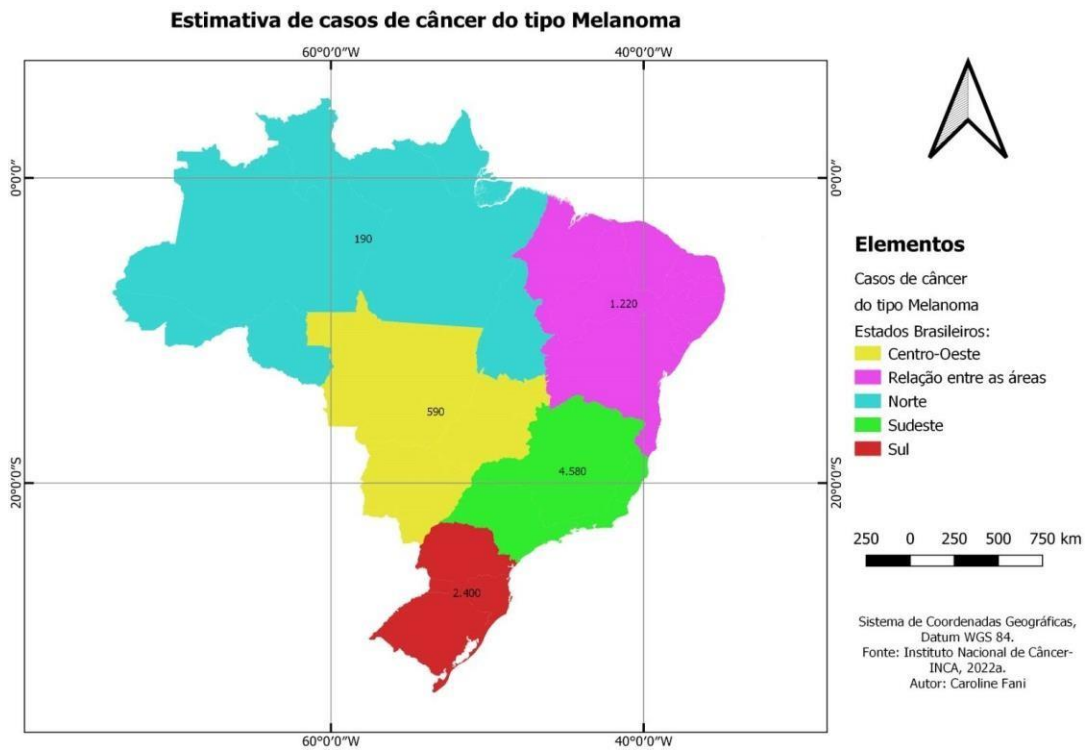


Figura 1. Estimativas de casos novos de Câncer de pele Melanoma e Não Melanoma para o ano de 2023, nas Regiões geográficas do Brasil. Incidência por 100 mil habitantes.

### Tipos de pele

A pele é um órgão de estruturas complexas formada por três camadas: epiderme, derme e hipoderme (Figura 2), que se relacionam harmonicamente para desempenhar suas funções. Além de ser o maior órgão do corpo humano, compreende cerca de 15% do peso corpóreo, sendo relevante para o funcionamento do organismo e dispendo de recursos físicos, químicos e biológicos. Suas atribuições incluem, barreira contra agressões externas, proteção do sistema imunológico, filtro face às radiações ultravioleta e ação termorreguladora (Sebastião A. P. Sampaio, 2007).

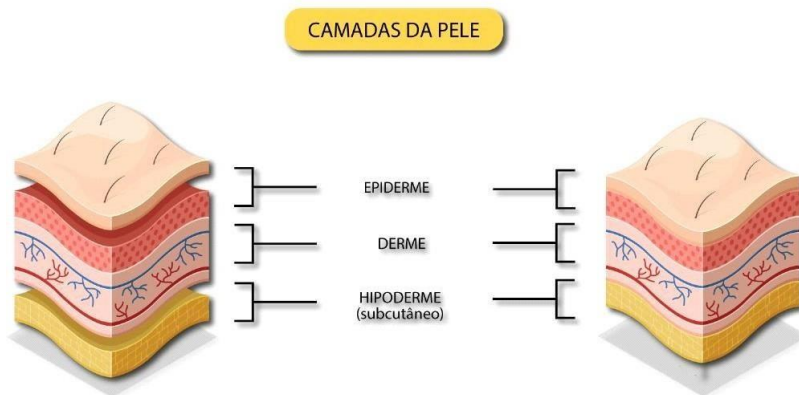


Figura 2 - Esquema ilustrativo das estruturas da pele. Fonte: adaptado de [https://www.freepik.com/free-vector/realistic-sun-protection-infographic\\_13861902.htm](https://www.freepik.com/free-vector/realistic-sun-protection-infographic_13861902.htm).

A pele pode ser classificada sob diversos parâmetros, como coloração, textura, composição química e biológica. Contudo, para que se possa fazer uma análise mais completa, é necessário levar em conta as questões sociais que implicam na diversidade desse tecido. Diante do cenário globalizado no aspecto econômico, social, cultural e político, houve um impacto no fenótipo dos seres humanos, devido à emergência de genótipos mistos resultantes de casamentos interétnicos e interracialis.

De acordo com um estudo publicado em 2013, pelo prof. Kaizô Beltrão, em parceria com Sonoe Sugahara e Moema De Poli (ambas da Ence/IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), apontou um aumento entre casamentos raciais: de 8% em 1960 para 31% em 2010. Ou seja, revelando aumento a uma taxa de 2,17% ao ano. Diante disso, é esperado que essa mistura étnica resulte em tipos de pele mista, bem como aumente a variedade de tegumentos.

Com o intuito de entendê-las, foram criadas algumas escalas de classificação. A primeira e mais famosa, é a Classificação de Fitzpatrick (Tabela 1), criada em 1976 pelo médico norte-americano Thomas B. Fitzpatrick, onde realizou a análise a partir dos fototipos de pele, avaliando a capacidade de queimar e bronzear quando exposta à Radiação Ultravioleta (UV), sensibilidade, reatividade e a coloração pós exposição. Embora a escala de Fitzpatrick ainda seja muito utilizada, ela apresenta

limitações por ser direcionada para análise da pele da etnia caucasiana, além disso, sabe-se que os tipos de pele morena escura e negra também são suscetíveis à radiação UV. Desse modo, outros sistemas de classificação, como o de Kawada, Escala de Glogau, Escala de Willis e Earles, Escala de Hiperpigmentação de Taylor, Escala de Etnia de Lancer, e o Sistema de classificação de pele de Roberts, foram pensados para abranger um maior número de indivíduos possíveis.

Tabela 1 - Classificação dos fototipos de pele proposta por Fitzpatrick:

<b>Grupo</b>	<b>Eritema</b>	<b>Bronzeado</b>	<b>Sensibilidade</b>
I Branca	Sempre	Nunca	Muito sensível
II Branca	Sempre	Às vezes	Sensível
III Morena	Moderado	Moderado	Normal
IV Morena clara	Pouco	Sempre	Normal
V Morena escura	Raro	Sempre	Pouco sensível
VI Negra	Nunca	Pele muito pigmentada	Insensível

**A Classificação de pele de Kawada** foi criada em 1986 com o objetivo de analisar o tipo de pele japonesa, com base na história da reatividade solar. Portanto, houve uma observação do comportamento da pele ao ser exposta a UV-B e UV-A, avaliando reações eritematosas, bronzeamento retardado e bronzeamento imediato.

**A Escala de Glogau**, criada em 1994, classifica o grau de fotoenvelhecimento e categoriza a quantidade de rugas e descoloração na pele dos pacientes.

**Hiperpigmentação de Taylor**, foi desenvolvida em 2006, analisando cartões laminados que possuem 10 até 15 tons de pele com 100 gradações de diferentes cores de pigmentação. Uma área de hiperpigmentação corresponde a uma das cores presentes no cartão, e assim, avaliar lesões de discromia.

**Escala de Etnia de Lancer**, criada em 1998 fez uma classificação sistêmica que olhou para a ancestralidade e Escala de Fitzpatrick avaliando eficácia curativa de cosméticos na pele de pacientes submetidos a laser ou *peeling* químico.

**A Escala de Willis e Earles**, criada em 2005, teve por objetivo analisar pele de pessoas de ascendência africana, classificando a cor da pele, reação à luz UV e distúrbios associados à pigmentação.

**Tipos de pele pelo sistema de Baumann**, criado em 2006, é usado pelos consumidores como guia para cuidados com a pele, classificando-a em 16 tipos (Tabela 2).

Tabela 2. Tipos de pele pelo sistema de Baumann.

1	Oleosa, Sensível, Pigmentada e Enrugada;
2	Oleosa, Sensível, Pigmentada e Firme;
3	Oleosa, Sensível, Não Pigmentada e Enrugada;
4	Oleosa, Sensível, Não Pigmentada e Firme;
5	Oleosa, Resistente, Pigmentada e Enrugada;
6	Oleosa, Resistente, Pigmentada e Firme;
7	Oleosa, Resistente, Não pigmentada e Enrugada;
8	Oleosa, Resistente, Não pigmentada e Firme;
9	Seca, Sensível, Pigmentada e Enrugada;
10	Seca, Sensível, Pigmentada e Firme;
11	Seca, Sensível, Não Pigmentada e Enrugada;
12	Seca, Sensível, Não Pigmentada e Firme;
13	Seca, resistente, Pigmentada e Enrugada;
14	Seca, Resistente, Pigmentada e Firme;
15	Seca, Resistente, Não Pigmentada e Enrugada;
16	Seca, Resistente, Não Pigmentada e Firme;

**Sistema de classificação de pele de Roberts**, se diferencia das demais escalas por utilizar mais parâmetros para descrever um tipo de pele. Levando em conta quatro elementos: a classificação de Fitzpatrick, a Escala de Glogau, que utiliza suas próprias investigações acerca da hiperpigmentação e cicatrização, a Escala de Hiperpigmentação de Roberts e a Escala de Cicatrizes de Roberts, respectivamente (Tabela 3; Quadro 1 a 4). Levando em consideração o exame físico, onde se realiza uma ectoscopia completa da pele, sendo colhida informações históricas, como ancestralidade, história de pigmentação e cicatrização.

Para realizar essa classificação, deve-se estar familiarizado com as escalas presentes na tabela 3, visto que esse sistema não depende da cor, e sim de uma análise sistemática de uma junção de escalas. Podendo ser aplicada para todos os tipos de pele, e para qualquer pessoa, levando em conta as individualidades.

Tabela 3. Sistema de classificação de pele de Robert.

<b>Elemento</b>	<b>Características</b>
Fototipos por Fitzpatrick	FZ (tipos 1-6)
Hiperpigmentação de Robert	H (tipos 0-6)
Fotoenvelhecimento pela Escala de Glogau	G (tipos 1-5)
Escala de cicatriz de Roberts	S (tipo 0-5)

Quatro 1. Elementos do sistema de classificação de pele de Robert - Escala Fitzpatrick (FZ).

<b>Escala Fitzpatrick (FZ) - (mede fototipos de pele)</b>	
<b>Tipos</b>	<b>Fototipos de pele</b>
<b>FZI</b>	pele branca, sempre queima, nunca bronzeia
<b>FZII</b>	pele branca, sempre queima, minimamente bronzeada
<b>FZIII</b>	pele branca, queima minimamente, bronzeia moderadamente e gradualmente
<b>FZIV</b>	pele morena clara, queima minimamente, bronzeia bem
<b>FZV</b>	pele morena, raramente queima, bronzeia profundamente
<b>FZVI</b>	pele morena escura/preta, nunca queima, bronzeia profundamente

Quatro 2. Escala de hiperpigmentação de Robert (H) - Medidas propensão à pigmentação.

<b>Escala de hiperpigmentação de Robert (H)</b>	
<b>Tipos</b>	<b>Medidas propensão à pigmentação</b>
<b>H0</b>	Hipopigmentação
<b>HI</b>	mínimo e transitório (<1 ano) hiperpigmentação
<b>HII</b>	mínimo e permanente (>1 ano) hiperpigmentação
<b>HIII</b>	moderado e transitório (<1 ano) hiperpigmentação
<b>HIV</b>	moderado e permanente (>1 ano) hiperpigmentação
<b>HV</b>	grave e transitório (<1 ano) hiperpigmentação
<b>HVI</b>	grave e permanente (> 1 ano) hiperpigmentação

Quadro 3. Escala de Glogau descrevendo o fotoenvelhecimento.

<b>Escala de Glogau (G)</b>	
<b>Tipos</b>	<b>Fotoenvelhecimento</b>
<b>GI</b>	sem rugas, fotoenvelhecimento precoce
<b>GII</b>	rugos em movimento, precoces a fotoenvelhecimento moderado
<b>GIII</b>	rugos em repouso, avançadas fotoenvelhecimento
<b>GIV</b>	apenas rugas, fotoenvelhecimento grave

Quadro 4. Escala de cicatriz de Roberts (S) - Morfologia da cicatriz.

<b>Escala de cicatriz de Roberts (S)</b>	
<b>Tipos</b>	<b>Morfologia da cicatriz</b>
<b>S0</b>	atrofia
<b>S1</b>	nenhuma

<b>SII</b>	mácula
<b>SIII</b>	placa dentro dos limites da cicatriz
<b>SIV</b>	queloide
<b>SV</b>	nódulo queloidal

### **Pele e pigmentação**

Há dois tipos de pigmentação melânica da pele: a cor intrínseca da pele, geneticamente determinada e imutável; e a facultativa (bronzamento), decorrente da ação dos raios solares e dos hormônios, que é mutável. Esta, quando estimulada pelos raios solares ou UV artificialmente produzidos, é conhecida com o nome de bronzamento (Sebastião A. P. Sampaio, 2007).

A pigmentação da pele se dá a partir da unidade melanina-epiderme, que tem seu funcionamento relacionado a cor intrínseca da pele, e ao bronzamento. Essa unidade é composta por um melanócito produtor de melanossomos que dará origem a melanina, e 36 queratinócitos, que incorporam melanossomos em seu interior. Após a maturação dos queratinócitos, os melanossomos são eliminados.

Os melanócitos são células dendríticas derivadas da crista neural e produtores do pigmento intrínseco da pele, a melanina, que, por sua vez, é responsável pela absorção e difusão da Radiação UV. São vistos predominantemente na camada basal na proporção de 1 melanócito para 10 queratinócitos basais. Por meio de suas dendrites, cada melanócito relaciona-se com, aproximadamente, 36 queratinócitos, em sua maioria situados nas camadas basal e suprabasal, para os qua 15 transfere o seu pigmento, constituindo, assim, a unidade epidermomelânica (Azulay et al., 2015).

O Bronzamento é induzido por radiações UVA e UVB (Quadro 5), e pode ser classificada em duas categorias:

**Bronzamento imediato (BI):** ocorre poucos minutos após exposição solar e persiste até 24h. Decorre da melanização, isto é, foto-oxidação da melanina que já existia no organismo.

**Bronzamento tardio (BT):** inicia 2-3 dias após a irradiação, e dura cerca de semanas a meses. Derivado da melanogênese onde ocorre a transferência da melanina aos queratinócitos.

Quadro 1. Classificação das ações dos raios UVA, UVB e UVC sobre a pele.

	UVA	UVB + UVC
<b>Eritema</b>	+	+++
<b>Modo de</b>	Escurecimento dos pigmentos existentes	Formação de novos pigmentos
<b>Início da</b>	Imediato (após horas)	Latência (2 a 3 dias)
<b>Duração da pigmentação</b>	Mais curta (pigmentação direta)	Mais prolongada (pigmentação indireta)

No que diz respeito à bronzeamento e incidência de UVA e UVB, é interessante saber que:

- Antes das 9 e depois das 15h, o eritema solar é mínimo e o bronzeamento é máximo (sobretudo BI, mas também BT), pois a quantidade de UVB que chega à Terra é pequena, e a de UVA é grande;
- Ao meio-dia, a quantidade de UVB é máxima, por isso o eritema é intenso, bem como o BT, embora se saiba que, nesse momento, o UVB representa 1/100 em relação ao UVA;

Além da quantidade de radiação que chega à Terra, deve-se considerar o acréscimo decorrente da reflexão na neve, na areia e no mar; essa reflexão é bem maior com UVA do que com o UVB (Sebastião A. P. Sampaio, 2007).

Diante dos padrões de radiação, e como são influenciadas por determinados padrões genéticos, sua classificação ocorreu mediante as variações fenotípicas (classificação de Fitzpatrick), apresentando limitações.

### **Fisiopatologia dos tumores epiteliais**

Entendidos os tipos de pele e sua pigmentação, é de suma importância a preocupação com uma das principais patologias que acomete esse tecido: o câncer. A sua apresentação na pele, assim como nas demais enfermidades do órgão, possui a vantagem de ser acessível à ectoscopia, ou seja, ao exame visual do paciente, crucial na suspeita e diagnóstico dos tumores.

Uma neoplasia epitelial não se estabelece num pequeno intervalo de tempo, e muito menos devido a uma só mutação. Ela parte, principalmente, da exposição

crônica à luz solar (WATSON et al., 2016), acumulando mutações no transcorrer de anos ou décadas até que as células desenvolvam os genes envolvidos na proliferação neoplásica. Esse acúmulo gradual explica a alta carga de mutações que os tumores carregam, bem como a variabilidade genética entre eles.

Por sua vez, as células lançam mão de diversos mecanismos de controle e reparo de seu genoma, como pontos de checagem do material genético, reparo direto das sequências lesadas e vias de tolerância às mutações (HOEIJMAKERS, 2009).

Junto à radiação ionizante, os raios ultravioletas (UV) estão entre os principais agentes físicos indutores de neoplasias epiteliais, frequentemente aliando-se a outros determinantes como a pigmentação da pele e o histórico familiar de câncer (WATSON et al., 2016). Além de neoplasias, a radiação UV gera na pele uma gama de efeitos agudos e crônicos, reversíveis ou não, tais como queimaduras solares, envelhecimento, bronzeamento, imunossupressão, vasodilatação, entre outros (LEE et al., 2020).

Por raios UV solares, fazemos referência às ondas eletromagnéticas de comprimento entre 100 e 400 nanômetros e que correspondem a cerca de 5% das ondas emitidas pelo sol, sendo o restante pertencente aos espectros infravermelho (45%) e visível de luz (50%) (GONZAGA, 2009). Os raios UV são subdivididos em três categorias, que variam em termos de comprimento de onda:

**UVA (320-400 nm)** - os raios UVA representam 95% da radiação UV solar que atinge a pele e possuem um comprimento logo abaixo do espectro visível de luz. Apesar de não lesar diretamente o DNA, Solano (2020) postula que os UVA penetram profundamente na pele, induzindo a formação de espécies reativas de oxigênio as quais possuem um efeito genotóxico. Ao contrário dos demais raios UV, os UVA não são absorvidos pela camada de ozônio atmosférica, sendo, além disso, os maiores responsáveis pelo envelhecimento da pele (dermatoheliose) (LEE et al., 2020).

**UVB (280-320 nm)** - menores que os UVA e lesivos ao DNA, os UVB são em sua maioria absorvidos pela camada de ozônio e representam os 5% restantes dos raios UV que chegam à pele. A radiação UVB induz o bronzeamento ao fomentar a produção de melanina, o principal componente fotoprotetor da pele. Destaca-se o potencial lesivo dos UVB, visto que a sua incidência exacerbada pode levar a

queimaduras solares, com sinais flogísticos de eritema, inchaço e dor, tradução clínica de morte celular (GONZAGA, 2009).

**UVC (200-280 nm)** - a radiação UVC solar é muito mais lesiva ao DNA que as demais, sendo, a princípio, totalmente absorvida na atmosfera (WATSON et al., 2016).

A pele é, como vimos, o maior órgão do corpo. Estima-se que nela existem aproximadamente 2 trilhões de células, estando até 41% delas constantemente sob exposição solar, ou seja, susceptíveis aos efeitos genotóxicos da radiação UV (LEE et al., 2020). Esse dano constante é reforçado por uma outra vulnerabilidade: o alto índice mitótico das células epiteliais, ditas *lábeis* por frequentemente se apresentarem em vias de divisão celular.

No ciclo celular, um elevado grau mitótico traduz-se em um protagonismo da fase S, onde há a duplicação do DNA descondensado. Como as mutações do DNA são muito mais rápidas que o seu reparo, as células, por vezes, iniciam a fase S com um genoma danificado, fruto da radiação UV. Esses danos representam um grande desafio à replicação do DNA, pois suspendem a ação das enzimas polimerase tão logo elas se deparam com as sequências lesadas. Incapaz de regressar à fase G1, a célula deve solucionar rapidamente esse bloqueio, sob pena de apoptose.

O principal mecanismo de contorno às mutações do DNA é o de tolerância, em oposição ao reparo. Atribui-se à síntese *translesão*, uma das vias de tolerância, papel central na carcinogênese. Nela, como explica Knobel (2011), a enzima DNA polimerase bloqueada por um sítio de mutação é substituída por uma análoga de outra classe (Pol IV e Pol V): a polimerase de *síntese translesão* (TLS). Como indica o seu nome, essa enzima retoma os esforços de duplicação do DNA para além das sequências danificadas, sem que haja a sua remoção. Caso não sejam corrigidas a tempo, essas lesões, como os dímeros de timina, podem se incorporar no DNA por definitivo, firmando assim uma mutação.

A despeito de seu potencial mutagênico, a tolerância mediada por TLS evita a instabilidade a qual se sujeitam os cromossomos cuja duplicação torna-se, graças às mutações, incapaz de seguir adiante.

Os mecanismos de reparo, tais como os de tolerância, são parte integral do

repertório que as células dispõem para o manejo de suas mutações. DeVita (2019) coloca um deles, o reparo por excisão de nucleotídeos (NER), como o responsável por corrigir alguns dímeros de timina como o ciclobutano de pirimidina e o fotoproduto (6-4) -pirimidina-pirimidona, as principais mutações induzidas pelos raios UV. Defeitos genéticos nesta e noutras vias de reparo, como o xeroderma pigmentoso, incrementam em muito as chances de uma pessoa desenvolver um câncer de pele (ROBBINS et al., 2021).

Além do dano direto ao DNA, os raios UV geram espécies reativas de oxigênio (EROs) nas células. Esses compostos são moléculas instáveis contendo oxigênio, que reagem indiscriminadamente com estruturas celulares, como proteínas e o DNA, lesando-as nesse processo. Sob condições fisiológicas, o organismo mitiga os EROs do metabolismo por intermédio de moléculas antioxidantes, a exemplo da glutatona. Sob exposição exacerbada à radiação UV, os EROs resultantes podem sobrepujar seus mecanismos habituais de controle, impondo à célula danos agrupados no que chamamos de *estresse oxidativo* (LEE et al., 2020).

Segundo Narayanan (2010), a carcinogênese pelos raios UV é ampliada pelos seus efeitos na imunidade. Na epiderme exposta à radiação UV, ocorre a depleção das células de Langerhans, fundamentais no reconhecimento e apresentação de antígenos. Sistemicamente, a fotoimunossupressão é descrita especialmente pela indução de citocinas como a interleucina 10 (IL-10), advinda de queratinócitos irradiados.

### **Tipos de tumores de pele**

Da queratose actínica aos triquilemomas, o rol de tumores que acometem a pele é diverso. Dois deles, intimamente ligados à radiação solar, são os cânceres mais importantes da pele: os melanomas e os carcinomas de queratinócitos (ou “não-melanomas”).

Apesar dos raios UV implicarem diretamente na incidência de neoplasias epiteliais, seu papel na fisiopatologia dos cânceres melanoma e não-melanoma varia. Neste último grupo, as lesões estão associadas à exposição cumulativa do indivíduo aos raios UV durante a vida, enquanto nos melanomas o principal fator de risco é a radiação solar intensa na infância.

Abaixo, discutiremos um pouco mais sobre esses tumores, cuja incidência

cresce ano a ano.

### **Melanoma**

O melanoma é uma neoplasia maligna advinda de mutações nos melanócitos, células epidérmicas que sintetizam a melanina, pigmento marrom que colora e protege a pele contra a radiação solar. Apresentam-se com altos índices de mortalidade e capacidade metastática, resistente à quimioterapia e radioterapia. Narayanan (2010) associa o prognóstico ruim do melanoma a, dentre outros, o seu diagnóstico geralmente tardio.

O melanoma acomete principalmente adultos economicamente ativos, ou seja, pessoas dos 25 aos 65 anos. A maioria dos casos é assintomático, podendo haver prurido ou dores no local lesionado. Dos fatores genéticos que predispoem o melanoma, destaca-se a pigmentação, sendo as peles claras mais susceptíveis aos raios solares (NARAYANAN et al., 2010). Além disso, até 15% dos melanomas são associados a fatores genéticos, como histórico familiar de nevos displásicos e/ou melanomas.

A radiação ultravioleta é sem dúvidas o carcinógeno protagonista no surgimento da maior parte dos melanomas, cuja incidência está diretamente associada a superfícies comumente expostas ao sol, tais como o dorso em homens e as pernas nas mulheres. O tipo de radiação UV preponderante na fisiopatologia dos melanomas é controverso, mas estudos sugerem que a exposição exacerbada ao sol na infância é o elemento-chave na compreensão dos melanomas.

Fatores de risco, apesar de importantes, não são imprescindíveis na incidência de um melanoma. Isso significa que qualquer indivíduo, suscetível ou não, pode desenvolver a neoplasia. Como contradições aos determinantes ambientais e genéticos, podemos citar, respectivamente, o surgimento de melanomas em áreas pouco expostas ao sol ou de pessoas negras (as quais, pelo diagnóstico geralmente tardio, lidam com piores prognósticos).

Muitos dos genes alterados na patogenia dos melanomas codificam supressores tumorais, alguns dos quais também estão inibidos em outros tipos de tumores. Como exemplo, temos o locus CDKN2A, responsável por importantes proteínas antitumorais, como a p16-INK4a (DEVITA et al., 2019). A mutação de outros genes como o PTEN (ROBBINS et al., 2021) faz com que cascatas de

proliferação e crescimento celular, a exemplo da via PI3K/AKT, percam a sua inibição e causem uma proliferação melanocítica desenfreada, irreverente à senescência das células envolvidas.

É fundamental conhecermos a cronologia de um melanoma, que surge da hiperplasia de melanócitos atípicos após muito incorporarem mutações em seu genoma. Inicialmente, o melanoma expande-se horizontalmente, contido à epiderme, gerando máculas ou sutis pápulas na pele e cursando de modo assintomático. Denominado crescimento *radial*, nessa fase o potencial metastático do tumor é nulo, visto que ele não vai de encontro aos vasos sanguíneos da derme.

Após um intervalo de tempo indeterminado em crescimento radial, que pode durar décadas, novas mutações nas células neoplásicas fazem com que elas adentrem a derme e se infiltrem rapidamente no tecido, iniciando a fase de *crescimento vertical*. Assim, surgem elevações da pele no local da lesão que podem desencadear sintomas. O fator marcante dessa etapa é a alta disseminação hematogênica e linfática de metástases, que se proliferam à jusante em linfonodos, subcutâneo, vísceras e outras regiões do corpo.

Na maior parte dos casos, a apresentação inicial do melanoma é cutânea, o que, no entanto, não exclui a sua incidência em outros sítios, como os olhos e a mucosa oral. Visualmente, as lesões ultrapassam 10 mm de diâmetro e possuem um aspecto grotesco, heterogêneo, com margens irregulares, elevações e até úlceras em estágios tardios, evidência da expansão vertical do tumor. Suas cores podem assumir, concomitantemente, tons de preto, cinza, marrom, vermelho e azul, além de possíveis zonas de hipopigmentação.

O mnemônico “ABCDE” é um recurso corriqueiro na identificação de melanomas na prática clínica que leva em consideração as características e o histórico da lesão analisada. Cada letra resume, respectivamente, os seguintes conceitos:

**A**ssimetria; **B**ordas; **C**or; **D**iâmetro (>6mm); **E**volução

À microscopia, as células do melanoma resplandecem a sua multiplicação e maturação caóticas, apresentando um núcleo amplo e disforme, aglomerado nas periferias do citoplasma. Além disso, essas células são grandes se comparadas às

dos nevos melanocíticos e aos melanócitos, o que faz com que, no geral, as células neoplásicas sejam bem diferenciáveis daquelas que as originam.

As células de um melanoma são, se comparadas individualmente, indistintas entre fases de crescimento radial e vertical. Entretanto, há um arranjo histológico característico de cada uma dessas etapas, visto que na lesão *in situ* as células neoplásicas confinam-se à epiderme, ao passo que na expansão infiltrativa elas também são encontradas nas camadas epiteliais subjacentes.

A profundidade dessa infiltração impacta diretamente no prognóstico do tumor e é classificada pela espessura de Breslow, dada em milímetros (DEVITA et al., 2019). Quanto maior a medida, maiores são a capacidade metastática do melanoma e o risco à vida do paciente. Na confirmação de uma metástase, como pela biópsia de um linfonodo sentinela, o prognóstico torna-se ainda pior.

O manejo de um melanoma consiste no reconhecimento antecipado de suas lesões precursoras, no máximo em seu estágio radial de crescimento, e a sua excisão completa. Não obstante, devemos nos valer da máxima de que a prevenção é o melhor dos remédios, e medidas individuais como o uso regular de fotoprotetores são indispensáveis para não alimentarmos ainda mais a curva crescente de incidência e mortalidade dos melanomas.

### **Não melanoma**

Por “não melanoma” fazemos menção a um grupo composto pelos carcinomas espinocelular (CEC) e basocelular (CBC). Juntos, segundo DeVita et al. (2019), eles representam a maior parte das incidências de câncer atualmente, sem perspectiva de declínio. O agrupamento desses dois tumores sob um termo comum é feito por comodidade, visto que ambos possuem marcadas diferenças em sua origem e curso clínico.

O **carcinoma basocelular** é o câncer de pele mais comum. Origina-se da camada basal de células da pele, ocorrendo com maior frequência na cabeça e no pescoço, preservando as superfícies mucosas.

O **carcinoma espinocelular**, por sua vez, advém das células escamosas do epitélio e possui como fatores predisponentes a exposição solar e sítios de injúria prévia na pele como úlceras e cicatrizes (MADAN et al., 2010).

Com maior incidência nos idosos, essas neoplasias ocorrem principalmente em

áreas sob exposição solar, cuja incidência ao longo da vida propicia a mutagênese e surgimento de tumores não-melanoma (DEVITA et al., 2019). Tratando-se dos CECs, essa relação é ainda maior. Previsivelmente, medidas de proteção contra a radiação UV, como os fotoprotetores, são cruciais para reduzir a incidência desse grupo de neoplasias.

Ambos CEC e CBC possuem inativados importantes genes supressores de tumores, como o p16. Felizmente, essas neoplasias estão associadas a baixas taxas de mortalidade devido ao seu potencial metastático reduzido, principalmente no caso dos carcinomas basocelulares (MADAN et a., 2010).

O diagnóstico dos carcinomas não-melanoma envolve o exame histopatológico das lesões, sempre orientado pela suspeição clínica que definirá inclusive o tipo de biópsia a ser realizada (DEVITA et al., 2019). Confirmada a hipótese inicial, o tratamento da maior parte dos CECs e CBCs baseia-se na excisão cirúrgica dos tumores, que deve ser rigorosa e completa a fim de evitar a sua recrudescência.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

DEVITA, Vincent T.; LAWRENCE, Theodore S.; ROSENBERG, Steven A. (Ed.). DeVita, Hellman, and Rosenberg's cancer: principles & practice of oncology. Wolters Kluwer, 2019.

Gonzaga, Evelyn R. Role of UV light in photodamage, skin aging, and skin cancer. American journal of clinical dermatology, v. 10, n. 1, p. 19-24, 2009.

Hoeijmakers, Jan HJ. DNA damage, aging, and cancer. New England Journal of Medicine, v. 361, n. 15, p. 1475-1485, 2009.

Knobel, Philip A.; MARTI, Thomas M. Translesion DNA synthesis in the context of cancer research. Cancer cell international, v. 11, n. 1, p. 1-19, 2011.

Kumar, Vinay et al. Robbins and Cotran pathologic basis of disease, tenth edition international edition. Elsevier health sciences, 2021.

Lee, Jihoon W. et al. Deciphering UV-induced DNA damage responses to prevent and treat skin cancer. *Photochemistry and photobiology*, v. 96, n. 3, p. 478-499, 2020.

Madan, Vishal; Lear, John T.; Szeimies, Rolf-Markus. Non-melanoma skin cancer. *The lancet*, v. 375, n. 9715, p. 673-685, 2010.

Narayanan, Deevya L.; Saladi, Rao N.; Fox, Joshua L. Ultraviolet radiation and skin cancer. *International journal of dermatology*, v. 49, n. 9, p. 978-986, 2010.

Solano, Francisco. Photoprotection and skin pigmentation: Melanin-related molecules and some other new agents obtained from natural sources. *Molecules*, v. 25, n. 7, p. 1537, 2020.

P. Samapiao, Sebastião *et al.* Dermatologia. *In: DERMATOLOGIA. [S. l.: s. n.]*, 2007. cap. 1, p. 1-3

AMERICAN CANCER SOCIETY. *Cancer facts & figures 2019*. Atlanta: American Cancer Society, 2019.

Wild, C. P.; Weiderpass, E.; Stewart, B. W. (ed.) *World cancer report: cancer research for cancer prevention*. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2020. Disponível em: <http://publications.iarc.fr/586>. Acesso em: 9 fev. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). *Estimativa 2023. Incidência de Câncer no Brasil*. Rio de Janeiro: INCA, 2022a. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//estimativa-2023.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). *Câncer. Tipos de câncer. Câncer de pele melanoma*. Rio de Janeiro: INCA, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/tipos/pele-melanoma>. Acesso em: 9 fev. 2023

## **Capítulo 3**

### **FOTOPROTETORES ORGÂNICOS**

**Wemerson Carlos da Conceição<sup>1</sup>**

**Marcelo Barcellos da Rosa<sup>2</sup>**

**Marilane de Oliveira Fani Amaro<sup>3</sup>**

**José Geraldo Alves Coutinho Filho<sup>4</sup>**

**Karine Emilly Matos Buenos<sup>4</sup>**

**Allessandro Tavares Pinto<sup>4</sup>**

**Camilo Amaro de Carvalho<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Saúde Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>2</sup> Professor Associado III -Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM

<sup>3</sup> Professora curso de Enfermagem Universidade Federal de Viçosa -

UFV <sup>4</sup>Graduando em Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>5</sup> Professor curso de Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

#### **Fator de proteção solar**

Conforme visto no capítulo anterior, a radiação ultravioleta possui um potencial lesivo e até carcinogênico sobre a pele. Uma vez que a exposição aos raios solares faz parte do nosso cotidiano, sendo muitas vezes inevitável, medidas fotoprotetoras como o uso de óculos escuros, roupas longas e filtros solares são fundamentais.

Com relação aos protetores solares, sabe-se que o seu uso rotineiro está diretamente implicado na redução da incidência de neoplasias como a ceratose actínica e carcinomas espinocelulares (GREEN et al., 1999; VAN DER POLS et al., 2006). Já em outros cânceres importantes, como o carcinoma basocelular e especialmente o melanoma, a ação dos fotoprotetores é incerta, havendo divergência na literatura científica sobre o seu efeito. Diffey (2005), no entanto, mostra otimismo e sugere que em estudos futuros utilize fotoprotetores de espectro cada vez mais abrangente, onde o efeito redutor de neoplasias como o melanoma possa ser

demonstrado.

Além dos benefícios para a saúde, os fotoprotetores possuem um valor cosmético, visto que atenuam alguns efeitos fenotípicos indesejáveis da radiação solar, tais como rugas, a dilatação de vasos periféricos e a perda do colágeno (WANG et al., 2010).

Tratando-se de um termo genérico, um protetor solar qualquer pode assumir graus variados de proteção da pele. Dentre os fatores que ditam a sua eficácia, temos, principalmente, o fator de proteção solar e a substantividade. Este último é um indicativo do quanto o protetor solar resiste a condições adversas como a água ou o suor. Outros fatores também devem ser considerados no sucesso de um determinado fotoprotetor, como, por exemplo, o preço, o visual e espectro alargado de ação.

O fator de proteção solar (FPS), como dito anteriormente, permite-nos prever o quanto um fotoprotetor é capaz de nos proteger contra a radiação solar. O FPS é um índice numérico dado em uma escala que pode variar de 6 a 50+. Seus valores representam a razão das doses mínimas de radiação UVB necessárias para se desenvolver uma queimadura perceptível na pele protegida pela quantidade de radiação necessária para produzir a mesma lesão na pele sem proteção solar (RAI et al., 2012).

Os valores de FPS podem ser interpretados como fotoproteção baixa (6, 10), média (15, 20, 25), alta (30, 50) e muito alta (50+) (OSTERWALDER, HERZOG, 2009). A correlação entre esses valores e a absorção da radiação não é direta: um fotoprotetor com FPS 20 pode bloquear até cerca de 95% da radiação UVB, enquanto em um FPS 50 esse bloqueio atinge até 98%. Apesar dos valores próximos, os níveis da radiação lesiva que perpassam um protetor de FPS 50 chegam a ser menos da metade se compararmos com um produto de FPS 20 (SOLANO, 2020).

Tal como vimos no capítulo anterior, não só a radiação UVB pode lesar a pele. Demais agentes na escala eletromagnética, como os raios UVA, também o fazem. Atualmente, os protetores solares ditos de “amplo espectro” são cada vez mais uma tendência (KRUTMANN et al., 2020), apesar de serem poucos os parâmetros que mensuram satisfatoriamente essa ação ampliada.

Vale lembrar que o FPS não condiz necessariamente com a eficácia real de um fotoprotetor. Como é de se esperar, a aplicação cotidiana do protetor solar não vai de encontro às recomendações dos produtos. Muitos usuários com frequência aplicam menos da metade do volume recomendado, isso quando não o distribuem de forma

desigual sobre as superfícies corporais, por vezes ignorando áreas de grande exposição solar, como o pescoço (WANG et al., 2010).

O cálculo do FPS, por sua vez, é padronizado e feito em cenários artificiais. Com isso, alguns fatores ambientais de suma importância podem ficar de fora dessas análises como, por exemplo, variações do clima e a latitude, que sabidamente alteram a incidência UV (KRUTMANN et al., 2020). Ademais, doses de radiação solar abaixo do limiar de queimaduras também podem acarretar efeitos negativos para a pele a longo prazo, o que “põe em xeque” o uso dos eritemas como parâmetro de fotoproteção (KRUTMANN et al., 2021).

Apesar de suas limitações, o FPS é um índice eficaz e amplamente aceito. Tendo em vista a importância das queimaduras solares na gênese tumoral, o FPS certamente continuará como o principal guia e preditor da eficácia dos filtros solares (SCHERSCHUN et al., 2001).

### **Fotoprotetores comerciais (Sintéticos e Orgânicos)**

A fotoproteção vai além do uso de protetores solares, diz-se respeito às inúmeras maneiras de se promover proteção contra efeitos nocivos da exposição excessiva à radiação UV. Nesse sentido, a fotoproteção ideal está relacionada com a associação de medidas que conferem proteção, como o uso de roupas adequadas e com capacidade de proteção contra a radiação UV, chapéus com abas largas e óculos de sol com proteção UV, protetores solares comerciais, além de evitar excesso de exposição solar no dia a dia.

Após a Segunda Guerra Mundial, os protetores solares começaram a ter seu uso difundido, com posterior desenvolvimento de protetores UVA no final dos anos 1970, tornando possível a fotoproteção de largo espectro com a combinação de protetores UVA e UVB (Sebastião A. P. Sampaio, 2007). Desde lá, observou-se um grande avanço no desenvolvimento de tecnologias de proteção solar, diante da exigência do consumidor que se torna cada vez mais consciente dos efeitos nocivos da radiação UV, e das alterações ambientais frente à poluição e consequente alteração na camada de ozônio.

Os protetores comerciais podem ser sintéticos e/ou orgânicos. Se apresentam comercialmente em formulações tópica, a partir de diferentes veículos, como creme, gel, loção, protetor labial (bastão) e spray. Sua função é interagir com a radiação e neutralizá-la, utilizando diferentes modos, reflexão, dispersão ou absorção.

## Fotoprotetores sintéticos

Os fotoprotetores sintéticos são partículas minerais fotoestabilizadas que protegem a pele primariamente pela reflexão e dispersão de fótons, criando uma barreira física (Figura 1). Em geral as substâncias inorgânicas empregadas como fotoprotetores são o óxido de zinco e o dióxido de titânio, tendo atuação sobre a radiação UVA e UVB. Porém, por ser produzido com moléculas grandes, o produto pode deixar uma película branca sobre a pele o que é esteticamente desfavorável.

Além do uso de nanotecnologia para proporcionar melhores índices de fator proteção solar (FPS), os protetores sintéticos são quimicamente inertes, logo, não provocam sensibilização alérgica.

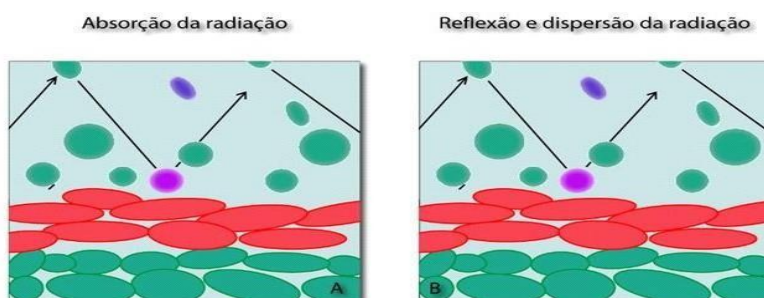


Figura 1- Mecanismo de ação dos protetores solares. A. Absorção da radiação em filtros orgânicos. B. Reflexão e dispersão da radiação em filtros inorgânicos.

Fonte: autor

## Fotoprotetores Orgânicos

Os fotoprotetores orgânicos agem na absorção de fótons da radiação UV, e por reação fotoquímica, dissipam a energia UV incidente na forma de energia térmica, promovendo assim, a fotoproteção (BALOGH et al., 2011). São classificados em filtros UVA e UVB, de acordo com a região de proteção, visto que esses compostos não possuem um amplo espectro de proteção (Nascimento et al., 2013). A tabela 1, mostra alguns exemplos de fotoprotetores orgânicos e suas respectivas dosagens máximas permitidas, bem como suas respectivas faixas de absorção.

Os fotoprotetores orgânicos são caracterizados comumente por possuírem anéis aromáticos em sua composição, fator este que os tornam eficientes em absorver radiação ultravioleta. A nível molecular, estes anéis possuem padrões de organização

em sua estrutura que favorecem a troca intramolecular de elétrons, e partir desses padrões, obtém-se diferentes níveis de absorção de radiação UV. Esses padrões se baseiam no fato de que, o benzeno, o anel aromático presentes nos filtros orgânicos, contém grupos substituintes nas posições *orto* e *para*, conferindo um efeito batocrômico (ou seja, ocorre uma mudança da absorção para maiores comprimentos de onda) ao filtro propriamente dito. Portanto, age absorvendo energia prejudicial e transformando em energia não prejudicial à pele humana (Balogh et al., 2011).

Tabela 1- Fotoprotetores orgânicos com suas dosagens e absorções UV.

<b>Fotoprotetores orgânicos</b>	<b>Faixa de absorção (nm)</b>	<b>Proteção UV</b>	<b>Dosagem máxima (%)</b>
Ácido p-aminobenzoico	260-313	UVB	15
Ácido fenilbenzimidazolssulfônico	290-320	UVB	04
1-(4-t-butilfenil)-3-(4-metoxifenil)-1,3-propanodiol(Avobenzona)	310-400	UVA	03
4-metóxicinamato de 2-etóxi-1,3-dioxolano(Cinoxato)	270-328	UVB	03
2,2'-di-hidróxi-4-	260-380	UVA-	03

metóxi-benzofenona (Dioxibenzona)		UVB	
3,3'-(1,4- fenilenodimetileno)bis[7,7-dimetil- 2-oxo-biciclo[2.2.1]1- heptilmetanossulfonato de sódio] (Ecamsule)	290-400	UVA- UVB	10
Salicilato de 3,3,5- trimetilcicloexila (Homosalato)	300-310	UVB	15
4-metóxicinamato de 2- etilexila (Metóxicinamato de octila)	270-328	UVB	10
Salicilato de 2-etilexila (Salicilato de octila)	300-310	UVB	05
2-hidróxi-4-metóxi-benzofenona (Oxibenzona)	270-350	UVA- UVB	06
4-dimetilaminobenzoato de 2- etilexila (Padimato O)	290-315	UVB	08
Salicilato de 2,2',2"-tri- hidróxitrietilamônio (Salicilato de trolamina)	260-320	UVB	12
Ácido 5-benzoil-4-hidróxi-2- metóxi-benzenossulfônico (Sulisobenzona)	270-360	UVA- UVB	10

Fonte: Adaptado de Nascimento et al., (2013).

Apesar de serem tradicionalmente conhecidos por apenas por absorverem radiação, desde a década de 2010 tem sido empregado ao mercado o “Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutyl-phenol (MMBT)”, Tinossob<sup>®</sup>, que mesmo sendo orgânico, tem capacidade de refletir a radiação, característica anteriormente restrita aos fotoprotetores inorgânicos. Entretanto, tal atributo ainda é restrito e não condiz com a maioria dos fotoprotetores orgânicos (Vinhaal, 2016) (Figura 2).

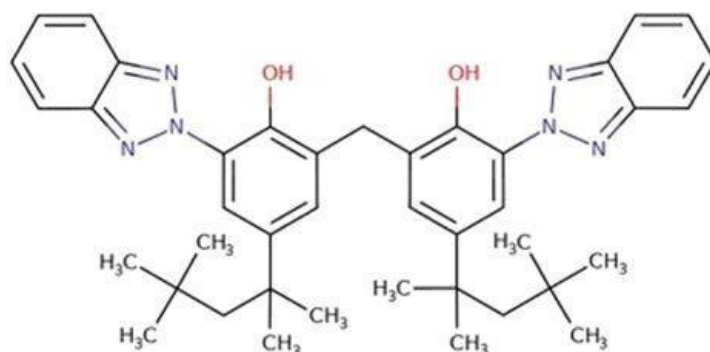
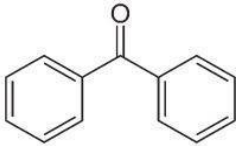
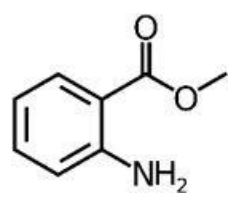
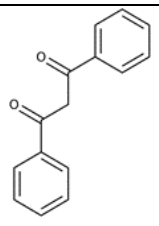
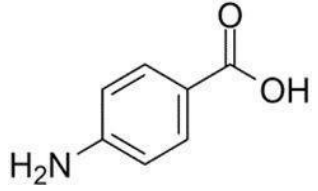
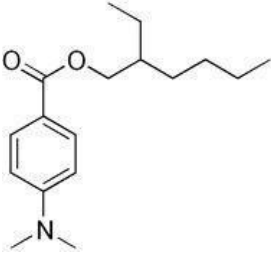
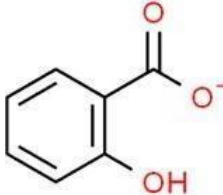
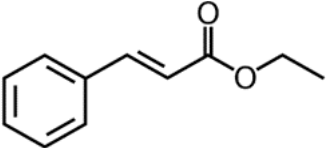
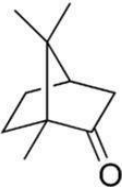


Figura 2 - Estrutura química do Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol. Fonte: cosmeticobs.com.

Considerando a classificação em UVA e UVB, os principais filtros encontrados estão relacionados na tabela 2.

Tabela 2 - Principais fotoprotetores orgânicos e suas respectivas estruturas químicas.

Nome	Estrutura Química Básica	Classe	Referências
Benzofenonas		UVA/UVB	Lima et al., 2019
Antranilatos		UVA	González et al., 2008; Baron et al., 2008
Dibenzoilmetanos		UVA	Deltreggia et al., 2019
PABA		UVB	Cabral et al., 2011

Derivados PABA (padimato O)		UVB	Cabral et al., 2011
Salicilatos		UVB	Cabral et al., 2011
Cinamatos		UVB	Cabral et al., 2011
Derivados de cânfora		UVB	Cabral et al., 2011

Fonte: Adaptado de cosmeticobs.com, fciencias.com.

O PABA (ácido para-aminobenzóico) é um dos mais tradicionais filtros UVB e ao longo dos últimos 80 anos modificações foram feitas buscando melhor funcionalidade, proteção e aplicabilidade da substância, pois apresentava diversos pontos desfavoráveis, como: fácil oxidação, mancha em tecido, capacidade de reagir com outros solventes e perda da efetividade. O 4-dimetilaminobenzoato de 2- etilexila, por exemplo, é um derivado do PABA que resultou de uma alteração estrutural que buscou aumentar a aderência na pele e redução da eliminação através do contato com a água (Cabral et al., 2011).

Os derivados de cânfora constituem uma outra classe de destaque, pois são excelentes filtros UVB, visto que permitem a absorção de FPS elevado a baixas concentrações e há raros efeitos adversos (Cabral et al., 2011).

De modo geral, existem diversas classes de fotoprotetores (como visto na tabela 1) com propriedades particulares e que oferecem uma extensa variedade de aplicabilidade. Os salicilatos, por exemplo, foram os primeiros filtros a serem incorporados em protetores solares. Devem ser usados em quantidades elevadas

para alcançar sua eficácia ideal. Por outro lado, apresentam boa tolerância e não interagem com solventes, sendo idealmente utilizados em associação com outros filtros (Cabral et al., 2011).

Os fotoprotetores orgânicos ainda podem ser classificados de acordo com sua estrutura molecular como fotolábil ou fotoestável. Para o primeiro caso, prevalece como característica o tautomerismo tipo ceto-enol. Para o segundo, a nível molecular há uma isomeria E/Z, que confere características: fluorescente, fosforescente ou de isomerização reversível (Nascimento et al., 2013).

Segundo Nascimento (2013), além dos aspectos estruturais, os fotoprotetores orgânicos UV ideais devem preconizar outras diversas características. São elas:

- (a) estabilidade a luz, ao calor e a água;
- (b) não deve ser tóxico, irritante, mutagênico ou teratogênico, com ou sem a ação da luz;
- (c) absorver UV em amplo espectro (UVA e UVB);
- (d) possuir um coeficiente de extinção específica (E1%, 1cm) acima de 1.000 para se ter o máximo de proteção com o mínimo emprego de filtro UV;
- (e) apresentar um peso molecular superior a 500 Daltons (D) para se prevenir a permeação cutânea;
- (f) possuir um log P (coeficiente de partição entre água e octanol) superior a 5. Ou seja, deve possuir uma lipofilia específica para uma boa adesão a pele, sem que ocorra a sua retirada pela ação da água e evitando também a permeabilidade cutânea por afinidade ao tecido córneo;
- (g) não deve apresentar sinergia com outros componentes da formulação de um filtro solar, ou mesmo com a embalagem de acondicionamento do produto acabado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Balogh, Tatiana Santana; Velasco, Maria Valéria Robles; Pedriali, Carla Aparecida; Kaneko, Telma Mary; Baby, André Rolim. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. Anais Brasileiros de Dermatologia, [S.L.], v. 86, n. 4, p. 732-742, ago. 2011. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/s0365-05962011000400016>.

Baron, Elma D.; Kirklandl, Eugene B.; Domingo, D. S. Advances in photoprotection. *Dermatol Nurs*, v. 20, n. 4, p. 265-272, 2008.

Cabral, Lorena Dias da Silva; Pereira, Samara de Oliveira; Partata, Anette Kelsei. Filtros solares e fotoprotetores mais utilizados nas formulações no Brasil. *Revista Científica do Itpac, Araguaína*, v. 4, n. 3, p. 1-10, jul. 2011. Disponível em: <https://assets.unitpac.com.br/arquivos/Revista/43/4.pdf>. Acesso em: 27 out. 2022.

Deltreggia, D. C.; Oliveira, H. C; Boff, S. R; Santos, K F.; Fujii, M. F F.; Rebelo, M. de A. A evolução dos fotoprotetores: das emulsões às nanoemulsões. *Revista Saúde em Foco, Si*, n. 11, p. 798-811, 2019. Disponível em: [https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2019/09/073\\_Aevolu%C3%A7%C3%A3o-dos-fotoprotetores-das-emuls%C3%B5es-%C3%A0snanoemulsoes.pdf](https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2019/09/073_Aevolu%C3%A7%C3%A3o-dos-fotoprotetores-das-emuls%C3%B5es-%C3%A0snanoemulsoes.pdf). Acesso em: 27 out. 2022.

Diffeyl, B. L. Sunscreens and melanoma: the future looks bright. *British Journal of Dermatology*, v. 153, n. 2, p. 378-381, 2005.

González, Salvador; Fernandez-Lorente, Manuel; Gilabertel-Calzada, Yolanda. The latest on skin photoprotection. *Clinics in dermatology*, v. 26, n. 6, p. 614-626, 2008.

Green, Adèle et al. Daily sunscreen application and betacarotene supplementation in prevention of basal-cell and squamous-cell carcinomas of the skin: a randomised controlled trial. *The Lancet*, v. 354, n. 9180, p. 723-729, 1999.

Krutmann, J. et al. Photoprotection of the future: challenges and opportunities. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, v. 34, n. 3, p.447 - 454, 2020.

Krutmann, Jean et al. Daily photoprotection to prevent photoaging. *Photodermatology, photoimmunology & photomedicine*, v. 37, n. 6, p. 482-489, 2021.

Limal, Ângela et al. Synthesis and evaluation of the photoprotective, cytotoxic and antiviral activity of benzophenone derivatives containing 1, 2, 3-triazolic portions. *Quimica Nova*, v. 42, n. 5, p. 473-484, 2019.

Osterwalder, U.; Herzog, B. S. P. F. Sun protection factors: world wide confusion. *British Journal of Dermatology*, v. 161, p. 13-24, 2009.

Rai, Reena; Shanmuga, Sekar C.; Srinivas, C. R. Update on photoprotection. *Indian journal of dermatology*, v. 57, n. 5, p. 335, 2012.

Scherschun, Lubomira; LIM, Henry W. Photoprotection by sunscreens. *American Journal of Clinical Dermatology*, v. 2, n. 3, p. 131-134, 2001.

Solano, Francisco. Photoprotection and skin pigmentation: Melanin-related molecules and some other new agents obtained from natural sources. *Molecules*, v. 25, n. 7, p. 1537, 2020.

Vinhal, Daniela Cristina. Planejamento, Síntese, Caracterização e Avaliação Toxicológica de um Novo Composto Candidato a Protótipo de Fotoprotetor Orgânico – LQFM184. 2016. 143 f. Tese (Doutorado) - Curso de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

Van Der Pols, Jolieke C. et al. Prolonged prevention of squamous cell carcinoma of the skin by regular sunscreen use. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, v. 15, n. 12, p. 2546-2548, 2006.

Wang, Steven Q.; Balagula, Yevgeniy; Osterwalder, Uli. Photoprotection: a review of The current and future technologies. *Dermatologic therapy*, v. 23, n 1, p. 31-47,20

## **Capítulo 4**

### **FOTOPROTETORES DE ORIGEM NATURAL**

**Wemerson Carlos da Conceição<sup>1</sup>**

**Marcelo Barcellos da Rosa<sup>2</sup>**

**Marilane de Oliveira Fani Amaro<sup>3</sup>**

**Juliano Rodrigues da Silva<sup>4</sup>**

**Letícia Aves Dias<sup>4</sup>**

**Danrley de Freitas Coelho<sup>4</sup>**

**Camilo Amaro de Carvalho<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Saúde Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>2</sup> Professor Associado III -Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM

<sup>3</sup> Professora curso de Enfermagem Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>4</sup> Graduando em Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>5</sup> Professor curso de Medicina Universidade Federal de Viçosa - UF

Com a diminuição da camada de ozônio, houve um aumento na incidência da radiação ultravioleta no nosso planeta, causando diversos problemas cutâneos como eritema, queimadura solares e desenvolvimento de tumores. Diante disso, houve um aumento relacionado há estudos sobre a fotoproteção natural, o que levou à procura de produtos naturais para a proteção solar, com fotoprotetores eficientes, seguros e de baixo custo (GALDORFINI et al., 2020). Através desses estudos, os bloqueadores solares obtidos a partir de produtos naturais foram descritos por Proserpio, em 1976, comparando as formas moleculares dessas substâncias a base de extratos de plantas e alguns filtros solares sintéticos (MOURA, 2020). Segundo a Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2022) esses extratos vegetais são definidos como preparações líquidas, semissólidas ou sólidas, obtidas a partir de drogas vegetais, utilizando-se métodos extrativos e solventes.

Vários estudos têm sido utilizados para testar a eficiência dos produtos vegetais na proteção da radiação solar, sendo classificados em filtros UVA ou filtros UVB, de acordo com a capacidade de proteção frente aos raios ultravioletas (MOURA, 2020). Entre esses estudos, o da absorvância da radiação UV é feito a partir, principalmente, de análises espectrofotométricas UV-vis, que se baseia na absorvância ou transmitância do produto quando atravessado por um feixe de luz monocromático de

certo comprimento de onda ( $\lambda$ ), de UV até infravermelho. Cada partícula da amostra absorve certo comprimento de onda, identificando os comprimentos de onda que confere proteção (MOURA, 2020). Esses (comprimento de onda da radiação ultravioleta), como visto no capítulo 1, se dispõem de 200 a 400nm, compreendendo de 200 a 290nm a radiação UVC, de 280 a 320nm a radiação UVB e de 320 a 400nm a radiação UVA (SANTOS et al., 2017).

Inicialmente, os protetores solares protegiam apenas para a radiação UVB e queimaduras, devido à falta de conhecimento sobre os danos da UVA. Quando se tornou conhecido os danos da radiação ultravioleta A foi criado produtos de amplo espectro de proteção (SANTOS et al., 2017). Ademais, o Brasil possui índices altos de radiação ultravioleta devido à sua localização equatorial, sendo que o brasileiro expõe excessivamente ao sol, aumentando as chances de desenvolver neoplasias de pele, fotoenvelhecimento precoce e queratose actínica, tornando essencial o uso de fotoprotetores com ampla proteção para diferentes comprimentos de ondas de radiação UV (SANTOS. et al., 2017).

Dentre os fotoprotetores, existem basicamente dois tipos: orais e tópicos. Os fotoprotetores tópicos protegem contra eritema, mas são ineficientes na proteção contra a produção de radicais livres, permitindo o estresse oxidativo celular na pele com a exposição solar. Por outro lado, os fotoprotetores orais costumam proteger tanto a formação do eritema como a diminuição da produção dos radicais livres (Pauletto, 2018).

### **Fotoprotetores orais**

A fotoproteção oral tem sido nos últimos anos uma nova abordagem para complementar a proteção da pele contra os efeitos nocivos da radiação UV (Gilaberte & González, 2010; S Gonzalez et al., 2011). O mecanismo pelo qual estes desencadeiam a proteção é bastante variado, englobando atividades antioxidante, anti-inflamatória e imunomoduladora (Gilaberte & González, 2010). Segundo Noronha (2014), estão disponíveis em alimentos e no mercado uma variada lista de compostos com possível administração oral com atividade fotoprotetora (Tabela 1). A Vitamina C e a Vitamina E, por exemplo, encontrada em muitas frutas, quando utilizada em conjunto, demonstram reduzir a reação à queimadura solar, o que poderá indicar uma redução dos riscos causados pela exposição à radiação UV (Eberlein-König et al., 1998).

Os antioxidantes orais naturais são capazes de suprir a insuficiência de mecanismos endógenos de redução dos efeitos de radicais livres no corpo humano. Podemos citar o extrato seco de raízes de *Polypodium leucotomos*, um tipo de samambaia com ação antioxidante, anti-inflamatória e estimulante imunológico. Outro é o picnogenol, extraído de um pinheiro francês (*Pinus marítima*), também rico em vitamina E e marcadores fitoquímicos com ação antioxidante. O pomegranate (*Punica granatum*, L.) conhecido também como romã, possui em sua composição 40% de ácido elágico entre outros compostos fenólicos, tendo ação na modulação enzimática, anti-inflamatória e redução do eritema por raios UVB (SANTOS et al., 2017).

Tabela 1 - Fotoprotetores orais encontrados em alimentos e no mercado.

Compostos	Referências
Vitamina C e Vitamina E	Eberlein-König et al., 1998.
Betacaroteno	Stahl & Sies, 2005, 2012a, 2012b.
Licopeno	Stahl & Sies, 2005.
Polifenóis	Meeran et al., 2009; Pouillot et al., 2011.
Genisteína	Camp et al., 2011; S Gonzalez et al., 2011.
Selênio	Baliga, Wang, Zhuo, Schwartz, & Diamond, 2007; Wang et al., 2010; Weeks, Hanna, & Cooperstein, 2012.
Chocolate	Heinrich, Neukam, Tronnier, Sies, & Stahl, 2006; Williams et al., 2009
Cafeína	Conney et al., 2013; Gilaberte & González, 2010.
Inibidores da Cicloxigenase-2	Camp et al., 2011; Fischer et al., 1999.
Ácidos gordos ômega 3	Gilaberte & González, 2010; Rhodes et al., 2003.

Em 2015, Tao e colaboradores realizaram um estudo com Bixina (apocarotenóide derivado do licopeno) 48 horas antes da exposição à radiação ultravioleta em camundongos e em queratinócitos humano *in vitro*. Os pesquisadores constataram a eficiência em proteger camundongos e queratinócitos NRF2<sup>+/+</sup> contra danos da UVA e UVB na pele. Por meio dos dados foram verificados uma redução de danos ao DNA, bem como efeito anti-inflamatório. O estudo evidenciou a dependência do NRF2 (fator de transcrição sensível ao redox que maneja os mecanismos de proteção celular) na eficiência da Bixina. Porém, salientam os autores, mais estudo que assegurem a eficácia e segurança da Bixina, são necessários (Malhomme, 2010).

Em 2010, um outro estudo, utilizando o chá verde foi avaliado em dez indivíduos saudáveis com a finalidade de averiguar os efeitos fotoprotetores. Com ingestão de três xícaras pela manhã, identificou-se proteção contra UVA/Vis. Entretanto, devido ao número limitado de participantes, mais estudos são necessários para melhores evidências desse efeito (Malhomme, 2010).

Sendo uma forma amida da vitamina B<sub>3</sub>, a nicotinamida, um suplemento dietético oral, diminui os danos celulares pela radiação UV ao DNA. Ela é encontrada em alimentos como carnes de frango, porco e peixe, cogumelos, nozes, sementes, amendoim, cereias, batata, tomate, cenoura, feijão, arroz, ervilha, entre outros. Seu efeito protetor está concentrado em formulações orais (Pauletto, 2018).

Ávila e Primo (2021), realizaram uma revisão sistemática intitulada como “*A utilização de antioxidantes orais na fotoproteção: revisão sistemática*”. Neste estudo, foram elencados 16 antioxidantes extraídos de fontes naturais, oriundos de 16 artigos selecionados dentre 256. Podemos conferir abaixo na tabela 1 alguns antioxidantes orais com atividade fotoprotetoras.

Tabela 1: Antioxidantes orais com atividade fotoproteção frente a radiações, resultados das pesquisas, autor e ano de publicação.

<b>Antioxidante oral</b>	<b>Tipo de radiação</b>	<b>Principais resultados</b>	<b>Autor/Ano</b>
Galato de epigallocatequina (EGCG)	UVB	Reduziu queimaduras solares e perda de função epitelial, além de menor índice de eritema.	Jeon HY, KimJK, Kim W G, Lee SJ. 2009.
L-glutationa	UVB	Diminuiu a atividade da melanogênese, tirosinase e o estresse oxidativo.	Nagapan S, Lim WN, Basri DF, Ghazali AR. 2019.
Luteína e Zeaxantina	UVB	Reduziu o número de queratinócitos e a inflamação dérmica.	Gonzalez S, AstnerS, An W, Goukassian D, Pathak MA. 2003.

Bixina (apocarotenóide derivado do licopeno)	UVA/UVB	Diminuiu o fotodano da pele e dano ao DNA. Ação anti-inflamatória em camundongos NRF2 <sup>+/+</sup> , mas não em camundongos NRF2 <sup>-/-</sup> .	TaoS, Park SL, De La Vega MR, Zhang DD, Wondrak GT. 2015.
Ácido rosmarínico (extraído de folhas de alecrim)	UVA	Atenuou o dano na pele e estimulou a produção de melanina.	Sánchez-Campillo M, Gabaldon JA, Castillo J, Benavente-García O, Del Baño MJ, Alcaraz M et al. 2009.
Extrato de alecrim e cítricos	UVB	Propriedades protetoras individualmente e em maior	Pérez-Sánchez A, Barrajon-Catalán E, Caturla N, Castillo J, Benavente-García O, A

		intensidade quando associados. Proteção ao DNA após oito semanas de ingestão oral.	Icaraz M, et al. 2014.
Chá verde	UVA/VIS	Reduziu os efeitos genotóxicos 60 minutos após a ingestão.	Malhommede laRoche H, Seagrove S, Mehta A, Divekar P, Campbell S, Curnow A. 2010.
Polypodium leucotomos (PL)	UVA1/UVB/VIS	Diminuiu o eritema e danos ao DNA.	Kohli I, Shafi R, Isedeh P, Griffith JL, Al-Jamal MS, Silpa-archa N, et al. 2017.
Polypodium leucotomos (PL)	UVB	Diminuiu o eritema, danos ao DNA e a infiltração de mastócitos dérmicos.	Middelkamp-Hup MA, Pathak MA, Parrado C, Goukassian D, Rius-Díaz F, Mihm MC, et al. 2004.
Extrato de laranja vermelha (Citrus sinensis variedades Moro, Tarocco e Sanguinello).	UVB	Reduziu o eritema cutâneo induzido por UVB. Menor grau de pigmentação da pele.	Puglia C, Offerta A, Saija A, Trombetta D, Venera C. 2014.
Extrato de laranja vermelha combinada com ácido hialurônico (IALUTEC RED)	UVB	Efeito protetor às células e atividade anti-inflamatória.	Penna I, Albanesi E, Bertorelli R, Bandiera T, Russo D. 2019.
Pycnogenol (PBE)	UVA/UVB	Menor grau de eritema.	Saliou C, Rimbach G, Moini H, McLaughlin L, Hosseini S, Lee J, et al. 2001.
Licopeno (TNC) e Luteína	UVA1/UVB	TNC inibiu totalmente a UVA1. Luteína forneceu boa proteção inicialmente, mas com posterior piora em comparação com o Licopeno.	Grether-Beck S, Marini A, Jaenicke T, Stahl W, Krutmann J. 2017.
Licopeno, $\beta$ -caroteno, e lactobacillus johnsonii	UVA1	Diminuição das lesões cutâneas.	Marini A, Jaenicke T, Grether-Beck S, Le Floch C, Cheniti A, Piccardi N, et al. 2014.
Concentrado de melão	UVA/UVB	Reduziu o índice de eritema quando	Egoumenides L, Gauthier A, Barial S, Saby

		aplicado de forma tópica e oral.	M,Orechenkoff C,Simoneau G, et al. 2018.
Seresis®, uma combinação de antioxidantes contendo lipídios e compostos solúveis em água: carotenoides (βcaroteno e licopeno), vitaminas C e E, selênio e proantocianidinas	UVB	Diminuiu as metaloproteinases.	Greul AK,GrundmannJU,Heinrich F,Pfitzner I,Bernhardt J,Ambach A,et al. 2002.

Fonte: Adaptado de Ávila e Primo, 2021.

### Fotoprotetores tópicos

As plantas medicinais, assim como outras espécies vegetais, constituem uma fonte natural inesgotável de compostos com atividades biológicas promissoras. Dentre as atividades e suas utilizações, podemos citar a fotoproteção. Entre as espécies atualmente estudadas, destaca-se a *Euphorbia tirucalli Linneau*, conhecida como “Avelós”, “cachorro pelado” ou “pau-pelado”, que é frequentemente utilizada na medicina popular para combater tumores e infecções. Segundo um estudo de 2015, o extrato etanólico das partes aéreas de Avelós, em ensaios *in vitro*, revelou atividade fotoprotetora promissora. Todas concentrações testadas (0,01 a 0,1 µg.mL<sup>-1</sup>) demonstraram potencial fotoprotetor para radiações ultravioletas variando de FPS de 6,05 a 19,84, respectivamente. Entre os compostos existentes no extrato vegetal mencionado, os que possuem efeito fotoprotetor reconhecidos são: Alcaloides, açúcares redutores, Compostos Fenólicos, Esteroides, Flavonoides, Saponinas, Taninos e Triterpenos (Orlando et al., 2015). Estes compostos fitoquímicos são considerados como produtos do metabolismo vegetal, que por sua vez possuem atividades biológicas variadas.

Os fitoquímicos são produtos de origem vegetal, encontrados em frutas, grãos, vegetais, e em outros produtos de origem vegetal, que possuem funções já comprovadas por estudos de fotoproteção para as plantas. Isso levou a estudos que procuram saber se esse efeito também é válido para a pele humana com o uso

tópico. Alguns destes compostos têm atividade antioxidante, anti-inflamatória, antimutagênica, anticarcinogênica e anti-imunomodulatória. Entre eles podemos citar alguns até já citados anteriormente, como por exemplo: alcaloides, flavonoides, carotenoides, isotiocianatos, lignanas, taninos, quinonas, saponinas e metilxantinas (GALDORFINI, 2020).

Em um estudo de 2019, Dias demonstrou o desenvolvimento de uma formula tópica semissólida de um gel hidrofílico de carbopol à base de óleo essencial de gengibre, com atividade fotoprotetora. Nele foram testados o óleo essencial e o gel a 1%, 2% e 3%. Além disso, cada um foi testado nas dosagens de 50mg/ml, 100mg/ml, 500mg/ml e 1000mg/ml. Os resultados das formulas sintéticas, variaram de 4,9% a 9,9% de fator de proteção solar. Já o óleo essencial de gengibre teve resultados variando de 8% a 25% de fator de proteção solar (Dias, 2019).

Outro composto natural que podemos citar é o ácido ferúlico. Em 2015 foi feito um estudo no qual avaliou a eficiência fotoprotetora e antioxidante dos filtros solares bemotrizinol e octil triazona, com adição do ácido ferúlico. Os testes foram realizados *in vitro*, *in vivo* e *ex vivo*. Os resultados evidenciaram efeito fotoprotetor e antioxidante com o uso do ácido. Um aumento foi promovido de até 90% na atividade antioxidante *in vitro* das formulações, além de um acréscimo de 32% no Fator de Proteção Solar (FPS) *in vivo*, como também 24% no Fator de Proteção UVA(UVA-PF) (PERES, 2015).

Em uma pesquisa de 2016, foi avaliado o composto fenólico do extrato de bálsamo de limão, o ácido rosmarínico (citado na tabela 1 com antioxidante oral). O resultado sugere a capacidade desse extrato de não ter eficiência apenas em fórmulas orais, mas tópicas também. Seu uso aumenta significativamente o tempo de vida dos queratinócitos humanos ao serem expostos à UVB, diminui a produção intracelular de radicais livres e reduz danos ao DNA (Pauletto, 2018).

Em um estudo realizado em 2008, foi avaliado o fator de proteção solar dos extratos aquosos de *Achillea Millefolium*, *Brassica oleracea* var, *capitata*, *Cyperus rotundus*, *Plectranthus barbatus*, *Porophyllum ruderale* (jacq.) Cass e *Sonchus oleraceus* por espectrofotometria. Neste estudo, Rosa e colaboradores (2008) consideraram as radiações UVA e UVB capazes de gerar eritema cutâneo. Utilizando concentrados de 10% da planta triturada em água, demonstraram atividade fotoprotetora tanto da radiação UVA quanto da UVB. Os fatores de

proteção solares foram averiguados em 8 para *Achillea*, 6 para *Sonchus*, 5 para *Porophyllum* e *Brassica*, 2 para *Plectrantus* e 1 para *Cyperus*. Portanto, existe a possibilidade da utilização desses extratos em produtos tópicos para proteção solar (Rosa et al., 2008).

Em 2019, foi realizado uma pesquisa para avaliar a capacidade fotoprotetora de bambus do Sudeste brasileiro. Entre elas foram avaliadas 5 espécies de bambus: *Aulonemia aristulata*, *Chusquea bambusoides*, *Chusquea capituliflora*, *Chusquea meyeriana* e *Merostachys plitiflora*. O potencial fotoprotetor foi avaliado *in vitro*, com formulações a 10% dos extratos e de protetores solares comerciais. Os resultados foram dados em fator de proteção solar antes e depois da irradiação, tendo variando respectivamente entre 34,52 a 86,15 e 14,33 a 44,44 (WRÓBLEWSKA, 2019).

Em 2016, um estudo mensurou o fator de proteção solar de algumas plantas medicinais do Sri Lanka, sendo elas: *Atalantia ceylanica*, *Hibiscus furcatus*, *Leucas zeylanica*, *Mollugo cerviana*, *Olax zeylanica* e *Ophiorrhiza mungo*. Foi constatado um FPS superior à 25 para todas elas, sendo um resultado consideravelmente satisfatório. Além disso, essas espécies obtiveram excelentes efeitos antioxidantes. É válido a realização de mais pesquisas para resultados mais precisos dos efeitos frente a proteção solar dessas plantas para futuros protetores tópicos (Napagoda, 2016).

### **Orientações sobre fotoprotetores orais e tópicos**

Segundo fala do Dr. Sérgio Schalka, apenas o extrato de *Polypodium leucotomos* é aprovado para fotoproteção oral atualmente. Esse ativo deve ser consumido, na sua forma de administração, meia ou duas horas antes da exposição ao sol, com nova ingesta após três ou quatro horas, fazendo seu consumo parecido com filtros solares tópicos. Entretanto, outros ativos são utilizados no Brasil como fotoprotetores orais, como o licopeno, o betacaroteno e a luteína, derivados da vitamina A (carotenoides). Para seu uso, é necessária orientação de um dermatologista. Eles não são prescritos para grávidas e menores de 12 anos. Não é recomendado o uso dessas substâncias de forma isolada, sem o uso de um filtro solar (SBD-RESP, 2021).

Segundo o Consenso Brasileiro de Fotoproteção, os produtos liberados pela ANVISA para a formulação de protetores solares tópicos são de extrema eficácia e

segurança, sem evidências de efeitos carcinogênicos (SBD, 2013). Além disso, segundo a resolução - RDC Nº 30, DE 1º de junho de 2012, existem algumas sugestões de informações a serem acrescentadas nos rótulos dos fotoprotetores tópicos para melhor conhecimento do consumidor da eficiência e segurança do filtro solar (ANVISA, 2012).

Ainda sobre os fotoprotetores de uso tópico, Santos e Rocha (2016), fazem algumas recomendações de suma importância quanto ao seu uso. Recomenda-se que: A aplicação do protetor solar deve anteceder 20 a 30 minutos da subsequente exposição solar, ou seja, tempo suficiente para desempenho de seu mecanismo protetor (TOFETI e OLIVEIRA, 2006). A cada um cm<sup>2</sup> de pele deve-se aplicar 2mg do protetor solar; (SILVA, 2008). A reaplicação também é imprescindível na garantia da eficácia fotoprotetora, devendo ser feita a cada 3 ou 4 horas, dependendo do produto, o ideal é conferir as informações no rótulo (TOFETI e OLIVEIRA, 2006). A camiseta de malha com coloração branca apresenta escassa proteção solar e, se estiver molhada, apresenta praticamente nenhuma proteção. Deste modo, a recomendação é que se efetue a aplicação do fotoprotetor também abaixo das roupas, em especial, aquelas que apresentam pouca ou ausência de proteção solar (TOFETI e OLIVEIRA, 2006). Apesar dos benefícios do uso do protetor solar já estarem aprovados e comprovados, diversos estudos refletem a negligência dos usuários na frequência e uso do mesmo, sendo em sua maioria, utilizados pelo sexo feminino, mais em preocupação com a estética, e ou, quando sob orientação médica, mas ainda, feito de forma incorreta, principalmente no que se refere à quantidade aplicada e frequência das reaplicações (CERCI, et al., 2010; FERREIRA, et al., 2011). Santos e Rocha (2016) acrescentam: “nos dias atuais, a temática de associação de tratamentos tópicos a orais tem sido alvo de muita discussão, com isso, surge a questão: será válido a associação de antioxidantes orais aos fotoprotetores tópicos, no intuito de promover o aumento do fator de proteção solar.” Os autores concluem: “são necessárias mais pesquisas a fim de validar, especificar as particularidades e quem sabe até quantificar as propriedades fotoprotetoras dos diversos compostos antioxidantes orais”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

SBD. Fotoproteção no Brasil: Recomendações da Sociedade Brasileira de Dermatologia. Coordenadores: Sérgio Schalka e Denise Steiner. 1ª Edição, 2013.

SBD-RESP. Fotoprotetores orais e aceleradores de bronzeado: o que sabemos a respeito deles? - SBD-RESP. 2021 Disponível em: <<https://www.sbd-sp.org.br/geral/fotoprotetores-orais-e-aceleradores-de-bronzeado-o-que-sabemos-a-respeito-deles/>>. Acesso em: 30 set. 2022.

Galdorfinil Bruna, et al. "Os produtos naturais podem melhorar a fotoproteção da pele?" *Rodriguesia*, vol. 71, 2020, pág. e00672019. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071059>.

Moura Merianne Mitamara Vasconcelos de. Atividade fotoprotetora de extratos vegetais: uma revisão da literatura. Repositório institucional da UFPB. TCC- Farmácia 2020. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/17763>

ANVISA. "Farmacopeia Brasileira". Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa, 6ª edição, volume 1. <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/brasileira>

Santos Livia, et al. O USO DE ANTIOXIDANTES ORAIS NA FOTOPROTEÇÃO. *Revista Acadêmica - Faculdades Oswaldo Cruz*. Edição 11. 2017. [http://www.revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Edicao\\_11\\_Santos\\_Livia\\_Gon%C3%A7alves.pdf](http://www.revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Edicao_11_Santos_Livia_Gon%C3%A7alves.pdf)

Pauletto, Guilherme, et al. "Novas alternativas terapêuticas para prevenção do câncer labial com produtos à base de extratos naturais com potencial fotoprotetor: uma revisão de literatura". *Revista da Faculdade de Odontologia - UPF*, vol. 22, n o 3, junho de 2018. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.5335/rfo.v22i3.7688>

Tao S, Park SL, Rojo de la Vega M, Zhang DD, Wondrak GT. Systemic administration of the apocarotenoid bixin protects skin against solar UV-induced

damage through activation of NRF2. *Free Radic Biol Med*. 2015 Dec; 89:690-700. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2015.08.028. Epub 2015 Nov 4. PMID: 26456052; PMCID: PMC4684723 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26456052/>

Malhomme de la Roche H, Seagrove S, Mehta A, Divekar P, Campbell S, Curnow A. Using natural dietary sources of antioxidants to protect against ultraviolet and visible radiation-induced DNA damage: an investigation of human green tea ingestion. *J Photochem Photobiol B*. 2010 Nov 3;101(2):169-73. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2010.04.006. Epub 2010 Apr 20. PMID: 20452781 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20452781/>

Aquino de Ávila, L., & Teixeira Primo, F. (2021). A utilização de antioxidantes orais na fotoproteção: revisão sistemática. *VITTALLE - Revista De Ciências Da Saúde*, 33(2), 97-108. <https://doi.org/10.14295/vittalle.v33i2.12399>

Orlando, JFF, e VV Vale. “Análise fitoquímica e atividade fotoprotetora de extrato etanólico de *Euphorbia tirucalli* Linneau (Euphorbiaceae)”. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, vol. 17, nº 4 supl. 1, 2015, p . 730-36. DOI.org (Crossref), [https://doi.org/10.1590/1983-084X/14\\_012](https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_012)

Dias, J. M. F. Produção de gel contendo óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* roscoe) e a avaliação da sua atividade antioxidante e fator de proteção solar. 2019. 37 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2019. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/17033>

Peres, Daniela D'Almeida. Ácido ferúlico em protetores solares: desenvolvimento e eficácia multifuncional in vitro, ex vivo e in vivo. 2015. Tese (Doutorado em Produção e Controle Farmacêuticos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. doi:10.11606/T.9.2015.tde-03092015-07593

Wróblewska, Katarzyna Barbara. Atividade antioxidante e fotoprotetora de bambus nativos do Sudeste brasileiro. 2019. Tese (Doutorado em Insumos Farmacêuticos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. doi:10.11606/T.9.2019.tde-07052019-151812.

Napagoda, Mayuri Tharanga, et al. "Potencial fotoprotetor em algumas plantas medicinais usadas para tratar doenças de pele no Sri Lanka". *BMC Medicina Complementar e Alternativa*, vol. 16, n.º 1, dezembro de 2016, p. 479. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1455-8>

Eberlein-König, B., Placzek, M., & Przybilla, B. (1998). Protective effect against sunburn of combined systemic ascorbic acid (vitamin C) and d-alpha-tocopherol (vitamin E). *Journal of the American Academy of Dermatology*, 38(1), 45-8.

Gilaberte, Y., & González, S. (2010). Update on photoprotection. *Actas dermosifiliográficas*, 101(8), 659-72.

Gonzalez, Salvador, Gilaberte, Y., Philips, N., & Juarranz, A. (2011). Fernblock, a nutraceutical with photoprotective properties and potential preventive agent for skin photoaging and photoinduced skin cancers. *International journal of molecular sciences*, 12(12), 8466-75.

Stahl, W., & Sies, H. (2005). Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Biochimica et biophysica acta*, 1740(2), 101-7.

Stahl, W., & Sies, H. (2012a).  $\beta$ -Carotene and other carotenoids in protection from sunlight. *The American journal of clinical nutrition*.

Stahl, W., & Sies, H. (2012b). Photoprotection by dietary carotenoids: concept, mechanisms, evidence and future development. *Molecular nutrition & food research*, 56(2), 287-95.

Meeran, S. M., Akhtar, S., & Katiyar, S. K. (2009). Inhibition of UVB-induced skin tumor development by drinking green tea polyphenols is mediated through DNA repair and

subsequent inhibition of inflammation. *The Journal of investigative dermatology*, 129(5), 1258-70.

Camp, W. L., Turnham, J. W., Athar, M., & Elmetts, C. A. (2011). New agents for prevention of ultraviolet-induced nonmelanoma skin cancer. *Seminars in cutaneous medicine and surgery*, 30(1), 6-13.

Baliga, M. S., Wang, H., Zhuo, P., Schwartz, J. L., & Diamond, A. M. (2007). Selenium and GPx-1 overexpression protect mammalian cells against UV-induced DNA damage. *Biological trace element research*, 115(3), 227-42.

Pouillot, A., Polla, L., Tacchini, P., Neequaye, A., Polla, A., & Polla, B. (2011). Natural antioxidants and their effects on the skin. In Nava Dayan and Lambros Kromidas (Ed.), *Formulating, Packaging and Marketing of Natural Cosmetic Products (First Edit.)*. John Wiley & Sons, Inc.

Wang, S. Q., Balagula, Y., & Osterwalder, U. (2010). Photoprotection: a review of the current and future technologies. *Dermatologic therapy*, 23(1), 31-47. Weeks, B. S., Hanna, M. S., & Cooperstein, D. (2012). Dietary selenium and selenoprotein function. *Medical Science Monitor*, 18(8), RA127-RA132.

Heinrich, U., Neukam, K., Tronnier, H., Sies, H., & Stahl, W. (2006). Long-term ingestion of high flavanol cocoa provides photoprotection against UV-induced erythema and improves skin condition in women. *The Journal of nutrition*, 136(6), 1565-9.

Williams, S., Tamburic, S., & Lally, C. (2009). Eating chocolate can significantly protect the skin from UV light. *Journal of cosmetic dermatology*, 8(3), 169-73.

Rhodes, L. E., Shahbakhti, H., Azurdia, R. M., Moison, R. M. W., Steenwinkel, M., Homburg, M. I., ... Vink, A. (2003). Effect of eicosapentaenoic acid, an omega-3 polyunsaturated fatty acid, on UVR-related cancer risk in humans. An assessment of early genotoxic markers. *Carcinogenesis*, 24(5), 919-925.

Fischer, S. M., Lo, H. H., Gordon, G. B., Seibert, K., Kelloff, G., Lubet, R. A., & Conti, C. J. (1999). Chemopreventive activity of celecoxib, a specific cyclooxygenase-2 inhibitor, and indomethacin against ultraviolet light-induced skin carcinogenesis. *Molecular carcinogenesis*, 25(4), 231-40.

Conney, A. H., Lu, Y.-P., Lou, Y.-R., Kawasumi, M., & Nghiem, P. (2013). Mechanisms of Caffeine-Induced Inhibition of UVB Carcinogenesis. *Frontiers in oncology*, 3, 144.

Noronha, M. D. M. Tendências mais recentes na fotoproteção. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde, Lisboa. 2014.

Santos, L.G; Rocha, M.S. O USO DE ANTIOXIDANTES ORAIS NA FOTOPROTEÇÃO. *Revista Acadêmica Oswaldo Cruz*. n.11, 2016.

Tofetti, M. H. de F. C.; Oliveira, V. R. de. A importância do uso do filtro solar na prevenção do fotoenvelhecimento e do câncer de pele. *Revista Científica da Universidade de Franca*. Franca-SP, v. 6, n. 1, p. 59-66, jan./abr. 2006. Disponível em: < <http://publicacoes.unifran.br/index.php/investigacao/article/viewFile/183/137>> Acesso em: 02 nov. 2014.

Silva, A.A. Medidas de radiação solar ultravioleta em Belo Horizonte e Saúde pública. *Revista Brasileira de Geofísica*, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 417-425. 2008.

Cerci, F.B., et al. Avaliação do padrão de uso de protetor solar em pacientes com vitiligo. *Surg Cosmet Dermatol*. V. 2, n. 4, p. 265-71. 2010.

Ferreira, G. C. O., et al. Uso correto de fotoprotetor: quantidade aplicada, hábitos de exposição e de aplicação do produto. *Rev. Bras. Farm.* 92(3): 191-197, 2011.

## **Capítulo 5**

### **NOVAS ESTRATÉGIAS EM FOTOPROTEÇÃO**

**Wemerson Carlos da Conceição<sup>1</sup>**  
**Marcelo Barcellos da Rosa<sup>2</sup>**  
**Marilane de Oliveira Fani Amaro<sup>3</sup>**  
**Juliano Rodrigues da Silva<sup>4</sup>**  
**Letícia Aves Dias<sup>4</sup>**  
**Danrley de Freitas Coelho<sup>4</sup>**  
**Yasmini Lopes de Oliveira<sup>5</sup>**  
**Camilo Amaro de Carvalho<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Saúde Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>2</sup> Professor Associado III -Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM

<sup>3</sup> Professora curso de Enfermagem Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>4</sup> Graduando em Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>5</sup> Graduando em Ciências Biológicas Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>6</sup> Professor curso de Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

#### **Uma visão geral: fotoproteção no século XXI**

Bem antes de termos todos os dados epidemiológicos disponíveis atualmente em relação ao dano causado pelos raios UV, nos protegíamos do sol de maneira natural. Por meio de práticas tradicionais como evitar exposição ao sol durante as horas de pico, usar chapéus largos ou guarda-sol. Hoje, fotoprotetores com o fator de proteção apropriado e espectro de proteção são a base da estratégia para reduzir os danos ocasionados pela radiação ultravioleta (Leccia et al., 2019).

Embora, um método padrão-ouro não tenha sido estabelecido para a proteção contra a radiação ultravioleta solar, a melhor escolha tem sido um método que combina a prevenção com a proteção a exposição solar. As formas de proteção contra radiação solar se dão por meio do entendimento do fototipo de cada indivíduo, do uso de vestimentas que protegem a pele da exposição direta a radiação UV e dos protetores solares que contenham aspectos orgânicos e inorgânicos combinados. Buscando por meio dessa combinação alcançar um espectro mais amplo de proteção UVA e UVB, o que ainda não é observado em muitas marcas comercialmente

disponíveis (Gregório et al., 2018).

Sabe-se, hoje, que uma nova estratégia de proteção da pele contra a exposição aos raios ultravioletas se dá por meio da indução da melanogênese. Pois, essa é a resposta fisiológica da pele quando exposta aos raios UV, resposta essa conhecida como bronzeado, o qual resulta da estimulação e consequente produção de melanina. Isso gera uma pequena proteção contra os raios ultravioletas. Desta forma, a produção de eumelanina protege o tecido epitelial de sofrerem danos com a radiação ao se posicionar sobre o DNA do núcleo, além de eliminar as espécies radioativas de oxigênio (ERO) que geram danos oxidativo a pele (Noronha, 2014).

O futuro da fotoproteção é promissor. Os novos ingredientes disponíveis têm gerado uma melhora na textura, na fotoestabilidade, na resistência à água e na eficácia dos protetores solares. A mais completa proteção tem sido oferecida por meio de produtos que incluem ingredientes como os antioxidantes ou moléculas naturais como os extratos de ervas, líquens e biomoléculas como alternativas à fotoproteção (Leccia et al., 2019).

Uma nova abordagem, muito interessante está na exploração dos absorvedores de radiação UV acrescentados a detergentes para roupas, aumentando em 400% o fator de proteção UV (Leccia et al., 2019).

Com a abordagem das novas tecnologias, tem sido possível evidenciar o importante papel atribuído à nanotecnologia na superação de inconvenientes associados aos fotoprotetores solares. Como resultados há um melhoramento da fotosensibilidade, retenção cutânea, fator de proteção solar e espectro de proteção (Deltreggia, et al., 2019).

A nanoencapsulação dos filtros UV orgânicos tradicionais é a mais recente tecnologia para melhorar a retenção na pele, fotoestabilidade e aumentar o bloqueio UV por parte das moléculas livres. A diminuição da penetração dos filtros orgânicos é promovida pela nanoencapsulação e como resultado ocorre a formação de um filme na superfície da pele (DETONI et al., 2011; Deltreggia, et al., 2019). Dessa forma os agentes protetores ficam nas nanocápsulas e são liberados gradativamente, melhorando sua eficácia, reduzindo o risco de alergia, aumentando a concentração do produto disponível dentro da emulsão. Considerando os protetores físicos a nanotecnologia permitiu diminuir o tamanho das partículas refletivas, tornando o produto mais agradável visualmente. No que respeita à abordagem das partículas inorgânicas, os óxidos metálicos de tamanho micro e nanoencapsulados induzem um

melhoramento tecnológico das formulações dos protetores solares (DOKTOROVOVA et al., 2009; Deltreggia, et al., 2019).

O mercado nacional e internacional de medicamentos anseia por produtos oriundos da biodiversidade. No entanto, tal sistema de geração de produtos não tem funcionado adequadamente no Brasil, o que estimula esforços para um melhor entendimento sobre os passos desse processo de inovação em fitomedicamentos visando proposições para sua otimização. Diante deste cenário, conforme desta Guilhermino et al. (2012), emerge a premissa de que os fitomedicamentos representam um nicho estratégico para a capacitação tecnológica e inovativa com efeitos positivos tanto no dinamismo econômico da indústria quanto na política de acesso aos medicamentos. O que justifica a necessidade de aprofundar o olhar sobre este segmento.

### **Forscolina**

A Forscolina é um diperteno que penetra na célula e ativa a adenilato ciclase, além disso, essa enzima controla o efeito do hormônio estimulante de  $\alpha$ -melanócitos (Gilaberte e González, 2010). Este efeito estimula a produção de adenosina monofosfato cíclico (AMPC), que é responsável pela transdução dos sinais celulares. Após ocorrer esse aumento do AMPC, ele induz a pigmentação da pele (Noronha, 2014). É uma boa maneira de aumentar a pigmentação da pele agindo nos sinais celulares que induzem a melanogênese (Gilaberte e González, 2010).

A partir disso, ocorre o acúmulo de eumelanina no tecido epidérmico, ocasionando um espessamento que confere uma melhor proteção contra a penetração dos raios UV (Noronha, 2014).

Estudos recentes mostraram que o uso tópico por mais de 3 meses da forscolina induz a produção de eumelanina gerando o efeito de resistência fotoprotetora, o que foi notado devido a um aumento mínimo na quantidade de eritemas. Associado a este efeito está o aumento de melanócitos da epiderme e o espessamento da epiderme devido a aumento de queratinócitos nucleados (Gilaberte e González, 2010). Também há evidências de aumento na proteção dos queratinócitos contra a apoptose, o que é gerada pelos raios ultravioletas, e nos mecanismos de reparação do DNA contra os raios UVB (Noronha, 2014).

A velocidade de ação e a eficiência dessa substância em reparar os danos que foram gerados no DNA sugere uma nova estratégia que pode ser utilizada para

prevenir o tecido epitelial dos efeitos deletérios da radiação solar, por meio da formulação de uso tópico ou da utilização de agentes agonistas da mesma substância, antes de se expor a radiação ultravioleta. A utilização por via tópica dos inibidores de fosfodiesterases, que são as enzimas capazes de hidrolisar o AMPc, mostraram ter uma ação similar à da forskolina, por meio do aumento dos níveis intracelulares de AMPc (Noronha, 2014).

### **Hormônio estimulante de melanócitos alfa e análogos**

Os principais reguladores da pigmentação do tecido epitelial são as melanocortinas, hormônio estimulante de melanócitos alfa ( $\alpha$ -MSH) e o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH). Essas melanocortinas são responsáveis por se ligar a receptores de melanocortina 1 (MC1R) que estão envolvidos tanto na pigmentação como no bronzeamento da pele. O MC1R está presente na superfície dos melanócitos permitindo a ligação do  $\alpha$ -MSH, o que ativa uma cadeia de sinais, promovendo o aumento do AMPc, gerando a ativação de enzimas relacionadas com a melanogênese. Desta forma, o mecanismo de ativação dos receptores MC1R culminam com a produção de melanina. A perda da atividade de MC1R gera uma diminuição na quantidade de melanina intracelular (Noronha, 2014). A melanogênese também pode ser estimulada pelo uso de análogos do  $\alpha$ -MSH, porém os riscos relacionados aos efeitos farmacológicos do uso de análogos de melanocortina não estão devidamente esclarecidos. Até o momento foram relatados casos de náusea, vômitos e rubor facial (Gilaberte e González, 2010).

Essa substância e seus análogos são capazes de reduzir a inflamação e os danos oxidativos ao nível do DNA, por meio do bloqueio da formação do radical peróxido de hidrogênio e da elevação do nível de reparação dos fotoprodutos do DNA. O tratamento com  $\alpha$ -MSH pré-exposição aos raios UV mostrou que ocorre uma eliminação da inibição da catalase estimulada pelos raios ultravioletas, além de permitir uma recuperação parcial dos níveis dessa proteína nos melanócitos que foram irradiados. Além de aumentar os níveis de ferritina, que captam o ferro, que é uma peça importante na formação do ERO, reduzindo assim o nível de estresse oxidativo e conseqüentemente a formação de melanomas (Noronha, 2014).

Notou-se que a administração de melatonan I (agonista do MC1R), que é o nome genérico para afamelanotida, na dose de 20 mg duas vezes ao dia por 60 dias,

aumentou a tolerância ao sol, devido aos seus efeitos que promovem a reparação dos danos causados ao DNA, da redução dos níveis de ERO induzidas por exposição aos raios UV e da indução do bronzeamento da pele (Gilaberte e González, 2010). No entanto, o melatonan I possui uma desvantagem devido ao seu tamanho molecular o que não favorece sua aplicação por via tópica (Noronha, 2014). Sendo assim, aplicado por via subcutânea (Gilaberte e González, 2010), e destinado a tratamentos em casos de doença de pele (Noronha, 2014).

Segundo Noronha (2014), a eficácia que os análogos dos agonistas dos receptores MC1R têm em penetrar a pele e ativá-los, gera esperança em relação a um possível desenvolvimento de formulações tópicas contendo essas substâncias, podendo, desse modo, proteger o tecido epitelial da carcinogênese induzida pela radiação ultravioleta.

### **Nanopartículas de lipídios**

Nanopartículas são partículas simples ultrafinas com o diâmetro menor que 100 nm. Em 1999, a Food and Drug Administration (FDA) permitiu o uso de nanopartículas em protetores solares. Atualmente, a nanotecnologia está sendo desenvolvida para diagnóstico, rotulagem, direcionamento de drogas e imunoterapia (Rai et al., 2012).

Várias substâncias inovadoras têm sido buscadas e estudadas como agente protetores do fotodano proporcionados pelos raios solares. Dentre eles, destaca-se o ácido protocatecuico (PCA), um composto fenólico que tem sido bastante estudado devido ao seu potencial antioxidante in vivo e in vitro. E o protocatecuato de etila. Tanto o ácido protocatecuico (P0), presente em algumas plantas medicinais, como o protocatecuato de etila (P2), que é um éster alquílico derivado do P0, agem contra o fotodano (estresse oxidativo, antioxidante e as atividades anti-inflamatórias) e o fotoenvelhecimento. Alguns estudos têm sido feitos para o desenvolvimento de transportadores lipídicos nanoestruturados (NLCs), que são formados pela mistura de lipídios sólidos e líquidos, para uso tópico de P0 e P2 como estratégia de fotoproteção contra a radiação UVB. Os NLCs são considerados um potencial nanocarreador dermatológico, pois os lipídios utilizados na preparação de nanopartículas são biocompatíveis, biodegradáveis e reconhecidos como uma base segura, sendo desprovidos de toxicidade dérmica aguda e crônica (Daré et al., 2020).

A nanotecnologia baseada em formulações tópicas é uma estratégia viável que busca melhorar a absorção dos princípios ativos pelas várias camadas da pele

melhorando assim a entrega do fármaco. As nanopartículas de lipídios têm sido extensivamente estudadas como carreadoras de antioxidantes de uso tópico na pele. Mas além disso, elas podem atuar como bloqueadores de UV ao dispersar a radiação UV, de modo que a incorporação de agentes fotoprotetores em nanopartículas lipídicas originem um efeito protetor sinérgico. Ademais, essa estratégia possui algumas vantagens: incluindo melhor penetração do medicamento sem ruptura da barreira da pele e prevenção da absorção sistêmica, proteção do medicamento contra degradação física, propriedades de liberação controlada e melhor hidratação e elasticidade da pele. E por fim, o principal problema de estabilidade do armazenamento de nanopartículas lipídicas são a agregação de nanopartículas, levando à formação de partículas maiores e a uma diminuição da capacidade de carga do carreador (Daré et al., 2020).

O uso da nanotecnologia tem revolucionado o campo dos protetores solares, mas os toxicologistas acreditam que as nanopartículas podem ser potencialmente prejudiciais (Rai et al., 2012).

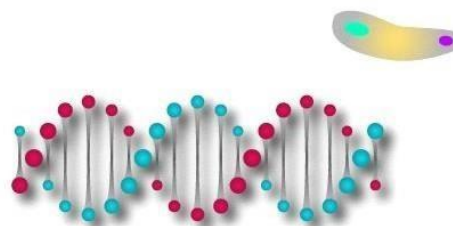
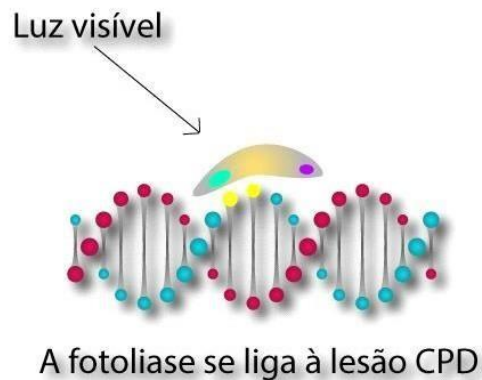
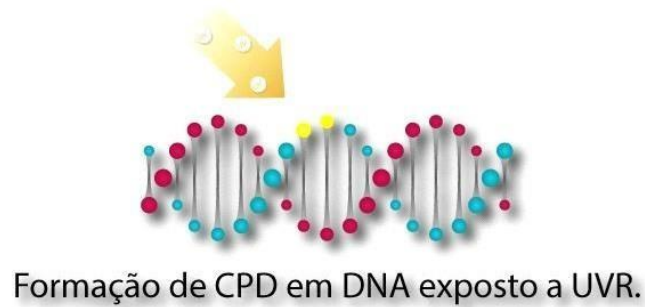
### **Enzima fotolíase: Foto reparo**

O extrato de plâncton, que contém a enzima de reparo do DNA fotolíase (uma classe de flavoproteínas que repara os fotoprodutos do DNA que foram formados pela exposição aos raios UVB), é uma das novas substâncias que têm sido utilizadas nos protetores solares para complementar o reparo intrínseco do DNA, aumentando assim a capacidade de fotoproteção dos produtos. Essa substância foi isolada de uma cianobactéria (*Anacystis nidulans*) e está presente de maneira inata no organismo dos seres humanos (Leccia et al., 2019).

A aplicação tópica da fotolíase, enzima presente em praticamente todos os seres vivos expostos a luz com exceção dos mamíferos placentários, mostrou eficiência com remoção de 40-45% destes dímeros do DNA da pele humana irradiada com UV (Stege et al., 2000) A fotolíase liga-se aos dímeros ciclobutano-pirimidina (CPDs) e a exposição do complexo fotolíase-dímeros à radiação converte as pirimidinas dimerizadas para sua estrutura original, combatendo este processo de carcinogênese (Sancar et al., 2008; Stege et al., 2000; Jans et al., 2005; Stege et al., 2001). Quando associada a filtro solar FPS 100 traz um incremento à fotoproteção convencional pela possibilidade de reparar o dano já estabelecido no DNA celular (Figura 1).

A adição da enzima fotolíase aos protetores solares adiciona uma nova dimensão

às estratégias de fotoproteção contra os raios UV. Tendo em vista que a eficiência de reparo do CPD reduz com o envelhecimento. A aplicação tópica de da enzima de reparação do DNA foi efetiva removendo parcialmente as CPDs induzidas por radiação UVB da epiderme de áreas da pele tratadas. A aplicação de exógena de fotoliase difere da fotoproteção tradicional devido a sua capacidade de remover danos que já ocorreram. Essa terapia enzimática poderia, portanto, ser utilizada idealmente como



Fotoliase fotorreativada cliva CPD Revertendo para DNA monomérico uma estratégia pós-exposição solar junto aos protetores solares convencionais para fornecer tanto fotoproteção como reparo ao mesmo tempo” (Leccia et al., 2019).

Figura 1. O reparo do Dímero de pirimidina de ciclobutano (CPD), um dano gerado pela radiação UV, realizado pela ação da enzima de reparo de DNA fotoliase após a fotorreativação. Fonte: imagem adaptada de (Leccia et al., 2019).

## **Nanotecnologia e Fotoproteção**

Como já dito anteriormente em outros capítulos, os efeitos da radiação solar variam entre agudos e crônicos: pigmentação, queimaduras solares, redução da elasticidade da pele, aumento de rugas, erupção polimorfa à luz (EPL), queimaduras solares, eritema, inflamação, lesão de DNA mitocondrial e nuclear, mutações genéticas, desregulação de reações da cadeia enzimática, lesões de membrana, efeitos foto tóxicos e foto alérgicos, imunossupressão, fotoenvelhecimento e fotocarcinogênese (Latha et al., 2013; de Gruijl, 1993). Nesse sentido, é essencial que os agentes protetores sejam capazes de garantir a melhor proteção possível e, ao mesmo tempo, garantir a segurança para os usuários.

Para que seja possível assegurar e prevenir efeitos adversos indesejáveis, bem como aperfeiçoar o mecanismo de ação dos agentes fotoprotetores, é importante lembrar alguns pontos. Os agentes inorgânicos, apesar de apresentarem menor risco para desenvolvimento de quadros alérgicos, tinham como principais contrapontos a pior aparência estética e inferior qualidade dispersiva na pele - o que tornava seu uso menos frequente na população. Por outro lado, os agentes orgânicos apresentam menor estabilidade quando expostos à radiação, maior alergenicidade e maior chance de reações de sensibilidade na pele, além de ser descrita a possibilidade de maior penetração e acúmulo no tecido adiposo (Chen e Wang, 2016; Santos et al. 2022). É diante de tal contexto que surge a necessidade do investimento em novas tecnologias para formulação de produtos mais efetivos: a nanotecnologia.

A nanotecnologia é a ciência responsável pelo estudo em escala nanométrica - 1 nm equivale a  $10^{-9}$  m - da matéria, com o intuito de desenvolver, aplicar e produzir materiais de 1-100 nm para fins tecnológicos e científicos (Santos et al., 2022; Delouise, 2012; Antonio et al, 2014, Nanopartículas, nesse sentido, são pequenas substâncias que se comportam e reagem como uma unidade e têm dimensões de 1-100 nm (Delouise, 2012), e podem se apresentar de diferentes formatos. Elas podem ser obtidas tanto naturalmente quanto via síntese em laboratório.

### **Aplicações da nanotecnologia em agentes fotoprotetores**

Os principais impactos da nanotecnologia em agentes fotoprotetores são a formulação de produtos com altos índices de FPS, alta proteção UVA, boa fotoestabilidade e excelente cosmética (Azulay, 2017).

Sua aplicação no que se refere aos agentes fotoprotetores inorgânicos engloba principalmente o uso de nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  e  $\text{ZnO}$ . Quando ambos os óxidos metálicos são incorporados dessa forma nos filtros solares, a dispersão da luz visível é reduzida - assim, a formulação adquire aspecto transparente, ao contrário da coloração branca característica dos inorgânicos - e há melhora na reflexão e dispersão dos raios UVB e piora na absorção dos raios UVA (Figura 1) (Chen e Wang, 2016). Durante sua síntese, as nanopartículas podem ter três diferentes apresentações: nanopartículas primárias, agregados e aglomerados (Figura 2) (Bateman, 2015; Magnusson et al., 2001; Nohynek et al., 2008). No caso dos filtros, o estado de apresentação principal é o dos agregados, visto que para a manutenção da matéria no estado aglomerado é necessária a incorporação de materiais de revestimento na sua superfície (Chen e Wang, 2016).

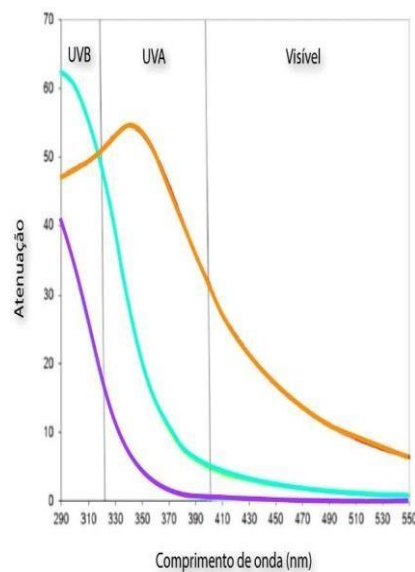


Figura 2. Atenuação UV versus comprimento de onda para  $\text{TiO}_2$  esférico de tamanhos variáveis de partículas (Chen e Wang, 2016).

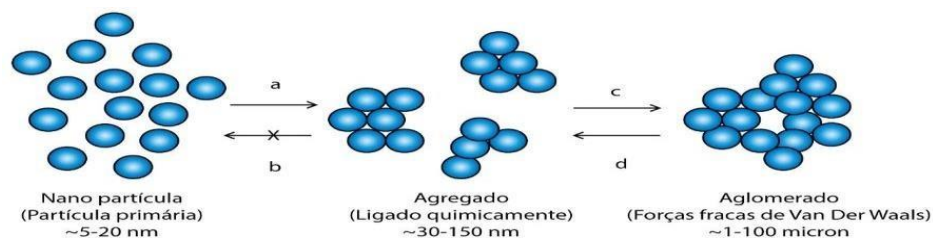


Figura 3. Formação de Agregados e Aglomerados a partir de nanopartículas (Chen e Wang, 2016)

Com relação aos agentes fotoprotetores orgânicos, a aplicação da nanotecnologia está relacionada ao processo de nanoencapsulação: encapsulação da nanopartícula com um polímero. Teoricamente, isso é capaz de reduzir o contato do fotoprotetor com a pele por meio do aprisionamento do produto acima do estrato córneo, além de reduzir o transporte transdérmico dos filtros UV (Chen e Wang, 2016; Alvarez-Roman, 2004). Outra forma de aplicação é o aprisionamento em poros. Considerando que materiais porosos são bons carreadores de moléculas orgânicas, sua incorporação permite a redução da liberação do filtro solar (dados de ensaios *in vitro*), do seu contato com a pele e da absorção sistêmica de componentes fotoestáveis gerados pela incidência da radiação (Chen e Wang, 2016; Perioli et al., 2016; Magnusson et al., 2001).

### **Segurança no uso da nanotecnologia em agentes fotoprotetores**

As principais preocupações quanto a aplicação da nanotecnologia em agentes fotoprotetores estão relacionadas a sua possível toxicidade e a penetração de nanomateriais na pele (Nohynek et al., 2008).

Quando expostos à radiação UV, nanopartículas de TiO<sub>2</sub> e ZnO podem liberar radicais livres, os quais são responsáveis pela formação de espécies reativas de oxigênio e peróxidos - ambas causadoras de lesão celular e de DNA, com mutações pontuais, troca de cromátides irmã e outros. Nesse sentido, essas partículas têm sua toxicidade atribuída à capacidade de alterar a integridade do código genético dos tecidos (Chen e Wang, 2016; Nohynek et al., 2008).

Entretanto, a maioria dos estudos que realmente relacionam tais impactos às

nanopartículas são, em sua maioria, *in vitro*; ou seja, não levam em consideração as técnicas desenvolvidas para atenuar os riscos. Como forma de reduzir a liberação de radicais livres e a aderência às células, materiais especiais de revestimento são aplicados na superfície das nanopartículas - geralmente sílica e dimeticone (Chen e Wang, 2016; Nohynek et al., 2008). Além disso, também é feita a adição de antioxidantes e removedores de radicais livres à formulação dos filtros solares (Mitchnick et al., 1999).

Quanto à penetração dos nanomateriais na pele, os estudos mais recentes demonstraram que, devido à forma de apresentação desses compostos nos agentes fotoprotetores - agregados e aglomerados -, eles não possuem tamanho pequeno suficiente para ultrapassar o estrato córneo (menores de 2.5 nm). Entretanto, em situações de pele não íntegra, ainda não há estudos suficientes que esclareçam a segurança ou não do uso (Chen e Wang, 2016; Magnusson et al., 2001, Subedi et al., 2010).

A toxicidade de partículas aerossolizadas e de nanopartículas por via sistêmica ainda precisam ser elucidados em novos estudos (Chen e Wang, 2016).

### **Cianobactérias e a proteção UV**

As cianobactérias são microrganismos procariotos fotossintetizantes, que são datadas de existirem a mais de 3,5 bilhões de anos, sendo capazes de viver em quase todos os ecossistemas do planeta, entretanto são mais encontradas em ambientes de água doce e marinhos (Fernandes et al., 2009). Suas diversidades ecológicas, fisiológicas e morfológicas são imensas, podendo ser unicelulares, coloniais ou filamentosas. Por serem bastante resistentes ao estresse ambiental, são ricas em fontes de metabólitos com atividades essenciais para a vida. Os metabólitos têm sido fonte de pesquisas para promover maior produção por essas bactérias (Maués, 2017).

As cianobactérias utilizam de 3 mecanismos para a proteção contra a radiação, já que esta pode causar sérios danos às proteínas estruturais e DNA. Um dos mecanismos acontece de forma mecânica, onde as cianobactérias se deslocam verticalmente para profundidades mais baixas nos ambientes aquáticos, onde as radiações UV chegam em menor frequência. Outro mecanismo é pela produção de substâncias capazes de absorver os comprimentos de onda das radiações UV. Entre

essas substâncias estão os aminoácidos micosporina, capazes de absorver de 10-26% dos fótons e também comprimentos de onda de 310 a 360 nm. Outro produto produzido por essas bactérias é o pigmento scytonemin. *In vivo* é capaz de absorver até 370 nm, e são mais efetivas na proteção para a radiação UVA, sendo um possível produto para fotoprotetores. Além disso, essas bactérias utilizam também da produção de carotenoides para uma ação antioxidante contra os raios UVA e UVB. Ademais, também fazem a produção de polissacarídeos que agem como um escudo extracelular, evitando assim a ação de UVA e UVB. As cianobactérias também são capazes de reparar dano ao DNA através de proteínas RecA, onde o gene danificado é clivado e o novo gene reparador é incorporado (Monika, 1999).

Mesmo tendo grande potencial, o estudo com cianobactérias para a fotoproteção humana é devido o cuidado em pesquisas *in vivo*, visto o grandenúmero de toxinas existentes nestes microrganismos (Tabela 1). Segue abaixo uma tabela xxx adaptada de um documento da Sociedade Portuguesa de Biotecnologia.

Tabela 1. Cianotoxina e seus efeitos tóxicos.

<b>Cianobactérias</b>	<b>Cianotoxina</b>	<b>Efeito tóxico</b>
<i>Anabaena</i> , <i>Aphanizomenon</i> , <i>Cylindrospermum</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Oscillatoria</i>	Anatoxina-a	Neurotóxico
<i>Anabaena flos-aquae</i> , <i>A. lemmermani</i>	Anatoxina-a(s)	Neurotóxico
<i>A maioria das espécies</i>	BMAA	Neurotóxico
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> , <i>Anabaena spp.</i> , <i>Raphidiopsis curvata</i> , <i>Umezakia natans</i>	Cilindrospermopsina	Citotóxico

<i>A maioria das espécies</i>	LPS	Dermatotóxico
<i>Moorea producens</i> (antes <i>Lyngbya majuscula</i> )	Lyngbyatoxina	Neurotóxico
<i>Microcystis spp.</i>	Microcistina	Hepatotóxico
<i>Nodularia spumigena</i>	Nodularina	Hepatotóxico
<i>Trichodesmium spp.</i>	Palitoxina	Neurotóxico
<i>Muitas espécies de Anabaena, Aphanizomenon, Cylandrospermopsis, Lyngbya, Planktothrix</i>	Saxitoxina	Neurotóxico

\*Tabela adaptada do boletim da Sociedade Portuguesa de Biotecnologia. Biotecnologia azul.

É importante ressaltar que nem toda cianobactéria gera danos por causa das cianotoxinas. A exemplo do gênero *Spirulina*, as cianobactérias podem ser usadas como fonte de proteínas, sendo inclusive um alimento tradicional africano, o dihé (Carcea, 2015). Esse fornecimento de proteínas advém dos pigmentos fotossintéticos como a clorofila e a ficocianina, pigmento de cor azulada antioxidante que gera interesse comercial pelas suas propriedades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Azulay, R. D. Dermatologia, 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

De Gruijl FR, Sterenborg HJ, Forbes PD, Daviles Re, Cole C, Kelfkens G, et al. Wavelength dependence of skin cancer induction by ultraviolet irradiation of albino hairless mice. Cancer Res. 1993; 53:53-60

Chen, L.L.; Wang, S.Q. Nanotechnology in Photoprotection. Nanoscience In Dermatology, [S.L.], p. 229-236, 2016. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-802926-8.00018-5>.

(Chen; Wang, 2016)

Santos, A.C.; Marto, J.; Chá-Chá, R.; Matins, A.M.; Pereira-Silva, M.; Ribeiro, H.M.; Veiga, F. Nanotechnology-based sunscreens—a review. *Materials Today Chemistry*, [S.L.], v. 23, p. 100709, mar. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mtchem.2021.100709>. (Santos; Marto; Chá-Chá; Martins; Pereira-Silva; Ribeiro; Veiga, 2022)

Delouise, Lisa A. Applications of Nanotechnology in Dermatology. *Journal Of Investigative Dermatology*, [S.L.], v. 132, n. 3, p. 964-975, mar. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1038/jid.2011.425>.  
(Delouise, 2012)

Antonio, Joao Roberto; Antonio, Carlos Roberto; Cardeal, Izabela Lidia Soares; Ballavenuto, Julia Maria Avelino; Oliveira, Joao Rodrigo. Nanotechnology in Dermatology. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, [S.L.], v. 89, n. 1, p. 126-136, jan. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/abd1806-4841.20142228>.  
(Antonio et al, 2014)  
[https://oswaldocruz.br/revista\\_academica/content/pdf/Natasha%20Elipsechuk.pdf](https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Natasha%20Elipsechuk.pdf)

Bateman D. Super sunscreen soon to hit shelves, helping to lower Far North skin cancer rate. *Australia*. 2015. Available from: <http://www.cairnspost.com.au/lifestyle/super-sunscreen-soonto-hit-shelves-helping-to-lower-far-north-skin-cancer-rate/storyfnpqq4s-1227330860489>.

Alvarez-Roman R, Naik A, Kalia YN, Guy RH, Fessi H. Enhancement of topical delivery from biodegradable nanoparticles. *Pharm Res* 2004;21(10):1818e25.

Wang, Steven Q.; Tooley, Ian R. Photoprotection in the Era of Nanotechnology. *Seminars In Cutaneous Medicine and Surgery*, [S.L.], v. 30, n. 4, p. 210-213, dez. 2011. Frontline Medical Communications, Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sder.2011.07.006>.

Ambrogi V, Latterini L, Marmottini F, Pagano C, Ricci M. Mesoporous silicate MCM-41 as a particulate carrier for octyl methoxycinnamate: sunscreen release and photostability. *J Pharm Sci* 2013; 102(5):1468e75.

Perioli L, Ambrogi V, Bertini B, Ricci M, Nocchetti M, Latterini L, et al. Anionic clays for sunscreen agent safe use: photoprotection, photostability and prevention of their skin penetration. *Eur J Pharm Biopharm* 2006;62(2):185e93.

Mitchnick MA, Fairhurst D, Pinnell SR. Microfine zinc oxide (Zcote) as a photostable UVA/UVB sunblock agent. *J Am Acad Dermatol* 1999;40(1):85e90.

Magnusson BM, Walters KA, Roberts MS. Veterinary drug delivery: potential for skin penetration enhancement. *Adv Drug Deliv Rev* 2001;50(3):205e27.

Subed RK, OH SY, Chun MK, Choi HK. Recent advances in transdermal drug delivery. *Arch Pharm Res* 2010;33(3):339e51.

Nohynek, G.J.; Dufour, E.K.; Roberts, M.s. Nanotechnology, Cosmetics and the Skin: is there a health risk? *Skin Pharmacology and Physiology*, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 136-149, 2008. S. Karger AG. <http://dx.doi.org/10.1159/000131078>.

(Nohynek; Dufour; Roberts, 2008)

Gregório, Eric; Amorim, Maria; Almeida, Júlia; Paula, Rubiana. Estratégias fotoprotetoras contra fotocarcinogênese e fotoenvelhecimento. *International Journal of Nutrology*, [S.L.], v. 11, n. 02, p. 056-060, set. 2018. Zotarelli-Filho ScientificWorks. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0038-1669406>.

Leccia, Marie-Therese; Lebbe, Celeste; ClaudelL, Jean-Paul; Narda, Mridvika; Basset-Seguín, Nicole. New Vision in Photoprotection and Photorepair. *Dermatology And Therapy*, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 103-115, 23 jan. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13555-019-0282-5>.

Gilaberte, Y.; González, S. Update on Photoprotection. *Actas Dermo-Sifiliográficas (English Edition)*, [S.L.], v. 101, n. 8, p. 659-672, 2010. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s1578-2190\(10\)70696-x](http://dx.doi.org/10.1016/s1578-2190(10)70696-x).

Daré, Regina G.; Costa, Ana; Nakamura, Celso V.; Truiti, Maria C.T.; Ximenes, Valdecir F.; Lautenschlager, Sueli O.s.; Sarmiento, Bruno. Evaluation of lipid nanoparticles for topical delivery of protocatechuic acid and ethyl protocatechuate as a new photoprotection strategy. *International Journal of Pharmaceutics*, [S.L.], v. 582, p. 119336, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpharm.2020.119336>.

Rai, Reena; Shanmuga, Sekarc; Srinivas, Cr. Update on photoprotection. *Indian Journal of Dermatology*, [S.L.], v. 57, n. 5, p. 335, 2012. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/0019-5154.100472>.

Noronha, Mariana David Miranda de. TENDÊNCIAS MAIS RECENTES NA FOTOPROTEÇÃO. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Farmácia, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2014.

Fernandes, Valéria de Oliveira, et al. "ECOLOGIA DE CIANOBACTÉRIAS: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE BLOOMS". *Oecologia Australis*, vol. 13, n.º 2, 2009, pág. 247-58. [revistas.ufrj.br](http://revistas.ufrj.br), <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/8070>

Maués, David. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ DIVERSIDADE MOLECULAR DE ORANGE CAROTENOID PROTEIN EM LINHAGENS DE CIANOBACTÉRIAS DA AMAZÔNIA. 2017. [www.academia.edu](http://www.academia.edu), [https://www.academia.edu/40640652/UNIVERSIDADE\\_FEDERAL\\_DO\\_PAR%C3%81\\_DIVERSIDADE\\_MOLECULAR\\_DE\\_ORANGE\\_CAROTENOID\\_PROTEIN\\_EM\\_LINHAGENS\\_DE\\_CIANOBACT%C3%89RIAS\\_DA\\_AMAZ%C3%94NIA](https://www.academia.edu/40640652/UNIVERSIDADE_FEDERAL_DO_PAR%C3%81_DIVERSIDADE_MOLECULAR_DE_ORANGE_CAROTENOID_PROTEIN_EM_LINHAGENS_DE_CIANOBACT%C3%89RIAS_DA_AMAZ%C3%94NIA)

Monika Ehling-Schulz & Siegfried Scherer (1999) UV protection in cyanobacteria, *European Journal of Phycology*, 34:4, 329-338, DOI:10.1080/09670269910001736392. <https://doi.org/10.1080/09670269910001736392>

Detoni, C. B. et al., Nanosized and Nanoencapsulated Sunscreens. In: Beck, R., Guterres, S. and Pohlmann, A. *Nanocosmetics and Nanomedicines: New approaches for skin care*. Springer, p. 333- 362, 2011.

Doktorovova, S., Marques, C., Barbosa, C., Lopes, C. M. and Souto, E. B. Novel carriers for sunscreen formulations. Focus on Sun care - supplement to Household and Personal Care Today, n. 3, p. 18-20, 2009.

Deltreggia, DC; Oliveira, HC; Boff, SR; Santos, KF; Fujii, MFF; Rebelo, MA. A evolução dos fotoprotetores: das emulsões às nanoemulsões. Revista Saúde em Foco - Edição nº 11 - Ano: 2019

Guilhermino, JF; Siani, AC; Quental, C; Bomtempo, JV. Desafios e complexidade para inovação a partir da biodiversidade Brasileira. Rev. Pesq. Inov. Farm. 4(1), 2012, 18-30.

Sancar A. Structure and function of photolyase and in vivo enzymology: 50th anniversary. J Biol Chem. 2008;283(47):32153-7.

Stege H, Roza L, VinkAA, Grewe M, Ruzicka T, Grether-Beck S, et al. Enzyme plus light therapy to repair DNA damage in ultraviolet-B-irradiated human skin. Proc Natl Acad Sci USA. 2000;97(4):1790-5.

Jans J, Shul W, Sert Y-G, Rijken Y, Rebel H, Eker PM, et al. Powerful skin cancer protection by a CPD photolyasetransgene. Current Biology. 2005;15(2):105-15.

Stege H. Effect of xenogenic repair enzymes on photoimmunology and photocarcinogenesis. J Photochem Photobiol B. 2001;65(2-3):105-8.

Rstom, AS; Abdalla, BMZ; Rezze, GG; Paschoal, FM; Avaliação da ação de creme contendo fotólise em lipossomas e filtro solar FPS 100 na queratose actínica da face: estudo clínico, dermatoscópico e por microscopia confocal. Surg Cosmet Dermatol 2014;6(3):22631.

Carcea, Marina et al. Nutritional characterization of traditional and improved dihé, alimentary blue-green algae from the lake Chad region in Africa. LWT-Food Science and Technology, v. 62, n. 1, p. 753-763, 2015.

## **Capítulo 6**

### **FORMAS FARMACÊUTICAS EM FOTOPROTEÇÃO**

**Wemerson Carlos da Conceição<sup>1</sup>**

**Marcelo Barcellos da Rosa<sup>2</sup>**

**Marilane de Oliveira Fani Amaro<sup>3</sup>**

**Camilo Amaro de Carvalho<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Saúde Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>2</sup> Professor Associado III -Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM

<sup>3</sup> Professora curso de Enfermagem Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>4</sup> Professor curso de Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

A cosmetologia é a ciência que serve de suporte à fabricação dos produtos de beleza destinados ao embelezamento, à limpeza, à manutenção e às melhorias das características do cabelo, pele e seus anexos (RIBEIRO, 2010; MILREU, 2012), bem como prevenção do fotoenvelhecimento e do câncer de pele.

Dentre as inúmeras formulações cosméticas existentes no mercado, destacamos os protetores solares. Sua utilização objetiva a proteção contra as radiações, sendo a melhor prevenção contra o fotoenvelhecimento e o câncer de pele (CABRAL et. al., 2011).

Embora a utilização dos protetores solares tem se difundido cada dia mais, em virtude da grande variedade de formulações, há necessidade de maior conhecimento sobre cada uma das diferentes formulações disponíveis, bem como suas aplicações. Cabral e colaboradores (2011), ressaltam que conhecendo os mecanismos de ação e formulação dos filtros solares é possível verificar-se a sua eficácia e segurança.

#### **Tipos de formulações fotoprotetoras**


No Tratado Internacional de Cosméticos, Adilson Costa apresenta as principais formulações farmacêuticas, também aplicadas como fotoprotetores tópicos. Nas tabelas de 1 a 5 a seguir, podemos analisar suas definições, vantagens e aplicações que o livro apresenta.



Tabela 1 - Fórmulas farmacêuticas: tipos, definições, vantagens e aplicações.


<b>Fórmula farmacêutica</b>	<b>Definição</b>	<b>Vantagem/aplicação</b>
<b>Emulsão</b>	Dispersões de pelo menos duas substâncias líquidas imiscíveis e um emulsificante estabilizador	Na forma de creme-gel possui melhor espalhabilidade e sensação ao toque
<b>Creμες</b>	Emulsões com mais viscosidade	Facilidade de incorporar diferentes substâncias. Boa compatibilidade com diferentes tipos de pele
<b>Loção</b>	Emulsões com menos viscosidade	Controle de oleosidade e da acne (Loção tônica)
<b>Gel</b>	Dispersão coloidal que garante consistência com um gelificante, normalmente hidrofílico	Pela ausência de material lipofílico, são ideais para peles oleosas e com acne
<b>Pomada</b>	Fórmulas formadas por hidrocarbonetos, ceras ou polióis como ingrediente principal	Devido sua base lipofílica, apresentam menor taxa de contaminação bacteriana
<b>Solução</b>	Fórmula farmacêutica líquida homogênea, com uma ou mais substâncias	Melhor permeação (Ex: aplicado ao Retinol). Na forma de Loção tônica apresenta bom
	químicas dissolvidas em solvente ou mistura de solventes.	efeito em peles oleosas e com acne
<b>Suspensão</b>	Solução com partículas sólidas dispersas	Na forma de Loção tônica apresenta bom efeito em peles oleosas e com acne
<b>Aerossol</b>	Formulação sob pressão com gás propelente e outras substâncias, liberados por válvula	Facilidade de aplicação

A seguir apresentaremos as principais formulações fotoprotetoras disponíveis no mercado em suas formas cosméticas: sólida, semissólida, spray, aerossol, mousse, creme, gel-creme, loção e solução.

Tabela 2 - Formas cosméticas: sólidas e semissólidas.

Nome do Produto e Fabricante	Forma Cosmética	Filtros Solares	FPS e FPUVA	Composição	Características
 <p><b>Protetor Labial Baby Lips Maybelline</b></p>	Semissólido	Ethylhexyl Methoxycinnamate, Ethylhexyl Salicylate	FPS 20	<p>Olybutene, Octyldodecanol, Isopropyl Myristate, Petrolatum, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Polyethylene, Ozokerite, Candellila Cera/ Candellila Wax, Diisostearyl Malate, Butyrospermum Parkii Butter/ Shea Butter, Ethylhexyl Salicylate, CP/ Hexadecene Copolymer, Pentaerythrityl Tetra-Di-T-Butyl Hydroxyhydrocinnamate, Tocopherol, Tocopheryl Acetate, Isopropyl Palmitate, Limonene, Citral, Centella Asiatica Extract, Aloe Barbadensis Extract/Aloe Barbadensis Leaf Extract, Calcium Pantothenate, Ascorbic Acid, Parfum/Fragrance</p>	

 <p><b>Nivea Sun Protect Nivea</b></p>	<p>Semissólido</p>	<p>Homosalate, Octocrylene, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Ethylhexyl Salicylate, Titanium Dioxide</p>	<p>FPS 30 Proteção Solar UVA/UVB</p>	<p>Cera Microcristalina, Octyldodecanol, Cetyl Palmitate, Ricinus Communis Seed Oil, Homosalate, Octocrylene, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Ethylhexyl Salicylate, Hydrogenated Polydecene, Myristyl Myristate, Cetearyl Alcohol, Bis-Diglyceryl Polyacyladipate-2, C20-40 Alkyl Stearate, Copernicia Cerifera Cera, Butyrospermum Parkii Butter, Helianthus Annuus Seed Extract, Cera Alba, Glyceryl Glucoside, Aqua, Propylene Glycol, Glycerin, Limonene, Linalool, Benzyl Alcohol, Benzyl Benzoate, Citral, Parfum, Ci 77891, Ci 77492</p>	
 <p><b>Pó Compacto Super Natural Uv Block Fps 30</b></p>	<p>Sólido</p>	<p>Ethylhexyl Methoxycinnamate, Benzophenone3/Oxibenzona, Pode Conter: Ci 77891/Titanium Dioxide</p>	<p>FPS 30 Proteção Solar UVA/UVB</p>	<p>Talc, Dmethicone, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Paraffinum Liquidum/Mineral Oil, Benzophenone-3, Caprylic/Capric Triglyceride, Sorbic Acid, Methylparaben, Lanolin Alcohol, Propylparaben, Maurítia Flexuosa/Maurítia Fruit Oil, Tocopheryl Acetat. Pode Conter: Ci 77891/Titanium</p>	<p>Pele oleosa Toque seco</p>

<b>Maybelline</b>				Dioxide, Ci 77491, Ci 77499, Ci 77492/Iron Oxides. Fil D33750/1. Contém Oxibenzona	
 <p><b>Batom Renovador Intensivo Avon Anti-Idade Renew Fps 15 Avon</b></p>	Semissólido	Ethylhexyl Methoxycinnamate. Ci 77891, Benzophenone-3, Oxibenzona.	FPS 15	Squalane, Polybutene, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Petrolatum C10-30 Cholesterol/Lanosterol Estereis, Diisostearyl Fumarate, Cera Microcristallina, Ozokerite, Carthamus Tinctorius Oil, Garcinia Indica Seed Butter, Polyethylene, Benzophenone-3, Theobroma Cacao Seed Butter, Cetyl Alcohol, Dilauryl Thiodipropionate, Simmondsia Chinensis, Seed Oil, Glycerin, Nylon- 12, Hydrogenated Polyisobutene, Hydroxylated Lecithin, Lauryl Pca Phytol, Tetrahexyldecyl Ascorbate, Tocopheryl Acetate, Silica, Allantoin, Cera Alba, Beheyl Erucate, Caprylyl Glycol, Isopropyl Titanium, Triisostearate, Dipalmitoyl, Hydroxyproline, C12-15 Akyl Benzoate, Allyl Methacrylates Crosspolymer,	






				<p>Ethylene/Propylene/Styrene Copolymer  Tribehenin/Palmitoyl Oligopeptide, Acrylates Copolymer, Acrylates/Carbamate Copolymer Parfum, Palmitic Acid,  Butylene/Ethylene/Styrene Copolymer, Retinol, Peg-80 Sorbitan Laurate, Collagen, Sucralose, Ceramide 2, Peg-10 Rapessed Sterol,  Hydrogenated Starch Hydrolysate, Saccharomyces Lysate Extract, Tocopherol</p>	
 <p><b>Pó com Protetor Solar – Maquiagem Tonalizante La Vertuan</b></p>	Sólido	Titanium Dioxide	FPS 15	<p>Talc, Magnesium Stearate, Titanium Dioxide, Acrylates Copolymer, Hydrated Silica, Algin, Aluminum Hydroxide, Zinc Oxide,  Triethoxycaprylylsilane, Caprylic/Capric Triglyceride, Tocopheryl Acetate, Ethylhexyl Stearate, Phenoxyethanol, BHT, Polymethyl Methacrylate, CI 77891, CI 77492, CI 77491 E  CI 77499</p>	Todos os tipos de pele

Tabela 3 - Formas cosméticas: sprays, aerossóis e mousses.

Nome do Produto e Fabricante	Forma Cosmética	Filtros Solares	Fps e FPUVA	Composição	Características
 <p>Protetor Solar Aerosol Toque Seco Solar Expertise L'oréal Paris</p>	Aerossol	Homosalate, Octocrylene, Ethylhexyl Salicylate, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Ethylhexyl Triazone	FPS 50 Proteção Solar UVA/UVB	Butane, Aqua/ Water, Homosalate, Dicaprylyl Ether, Octocrylene, Ethylhexyl Salicylate, Dimethicone, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Styrene/ Acrylates Copolymer, Drometrizole Trisiloxane, PEG-30 Dipolyhydroxystearate, Nylon12, Dicaprylyl Carbonate, Methyl Methacrylate Crosspolymer, Cyclohexasiloxane, Polymethylsilsesquioxane, Isododecane, Ethylhexyl Triazone, Phenoxyethanol, Lauryl PEG/PPG-18/18 Methicone, Sodium Chloride, Caprylyl Glycol/ PEG8 Laurate, p-Anisic Acid, Poly C10-30 Alkyl Acrylate, Tocopherol, Disteardimonium Hectorite, Disodium Edta, Dodecene, Poloxamer 407, Linalool, Propylene Carbonate, Parfum/Fragrance.	Toque seco Pele normal Resistente à água
 <p>Protetor Solar Cenoura &amp; Bronze</p>	Aerossol	Octocrylene, Homosalate, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Ethylhexyl Salicylate, 4-Methylbenzylidene Camphor, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl	FPS 30 Proteção Solar UVA/UVB	Água, Homossalato, Amido Octenilsuccinato de Alumínio, Salicilato de Etilexila, PEG-8, Octocrileno, 4-Metilbenzilideno Cânfora, Ciclometicona, Benzoato de Alquila C12-15, Carbonato de Dicaprila, Butil Metoxidibenzoilmetano, Cetil Fosfato de Potássio, Bis-Etilexiloxifenol Metoxifenil Triazina, Poliamida-5, Trietanolamina, Glicerina, Silica, Estearato de Glicerila,	Todos os tipos de pele Toque seco Hidratante

<p>Aerossol Cenoura &amp; Bronze</p>		<p>Triazine</p>		<p>Crospolímero de Ácido Acrílico/ VP, Tocoferol, Fenoxietanol, Crospolímero de Dimeticona, Caprilil Glicol, Carnosina, Fragrância, Lauret-23, Óleo da Semente de Daucus Carota Sativa, BHT, EDTA Dissódico, Hexil Cinamaldeído, Linalol, d- Limoneno</p>	
 <p>Brume Hydratante Invisible Capital Soleil Vichy</p>	<p>Aerossol</p>	<p>Homosalate, Octocrylene, Ethylhexyl Salicylate, Butyl Methoxydibenzoylm ethane, Drometrizole Trisiloxane</p>	<p>FPS 30 Proteção Solar UVA/UVB (Também disponível em FPS 50)</p>	<p>Aqua/Water. Homosalate, Dicaprylyl Ether, Octocrylene, Glycerin, Ethylhexyl Salicylate, Dimethicone, Styrene/Acrylates Copolymer, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Peg-30, Dipolyhydroxystearate, Nylon-12, Methyl Methacrylate Crosspolymer, Cyclohexasiloxane, Drometrizone, Trisiloxane, Polymethylsilsesquioxane, p- Anisic acid, Caprylyl Glycol, Disodium EDTA, Disteardimonium Hectorite, Dodecene, Isododecane, Lauryl PEG/PPG- 18/18 Methicone, Peg-8Laurate, Phenoxyethanol, Poloxamer 407, PolyC10- 30 Alkyl Acrylate, Propylene Carbonate, Sodium Chloride, Tocopherol, Parfum/Fragrance</p>	<p>Todos os tipos de pele Hidratante Toque seco</p>
 <p>Minesol® Tinted Mousse Light</p>	<p>Mousse</p>	<p>C12-15 Alkyl Benzoate, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Ethylhexyl Triazone, BisEthylhexyloxyphenol , Methoxyphenyl</p>	<p>FPS 30 Proteção Solar UVA/UVB</p>	<p>Isododecane, Dimethicone, C12-15 Alkyl Benzoate, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Ascorbic Acid, Dimethicone/Vinyl Dimethicone Crosspolymer, Isononyl Isononanoate, Hydrogenated, Polycyclopentadiene, Cetearyl Dimethicone Crosspolymer, Dimethicone/BisIsobutyl PPG-20 Crosspolumer, Silica Dimethyl</p>	<p>Toque seco Sensorial leve Efeito mate</p>








<p>(Também Disponível Nas Tonalidades Medium E Deep) Roc</p>		<p>Triazine</p>		<p>Silylate, Ethylhexyl Triazone, Isopropyl Miristate, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Phenoxyethanol, Butyrospermum Parkii Butter, Phenylethyl Resorcinol, Silica, Isopropyl Titanium Triisostearate, Tocopheryl Acetate, Stearalkonium Hectorite, Propylene Carbonate, Polyhydrixytearic Acid.</p>	
<p> Neutrogena® Sun Fresh Mousse Efervescente Neutrogena</p>	<p>Mousse Efervescente</p>	<p>Octocrylene, C12-15alkyl Benzoate, Ethylhexyl Salicylate, Butyl Methoxydibenzoylmethane, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine,</p>	<p>FPS 60 Proteção Solar UVA/UVB</p>	<p>Aqua, Dimethyl Ether, Butane, Octocrtlene, C12-15 Alkyl Benzoate, Ethylhexyl Salicylate, Butyl metroxydibenzoylmethane, Dimethicone, Propane, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Styrene/Acrylates Copolymer, Isopropyl Isostearate, Butylene, Glycol, Sorbitan Isostearate, Triacontanyl PVP, Potassium Cetyl Phosphate, Benzyl Alcohol, PhenoxyethanoTribehenin, Aluminun Starch Octenylsuccinate, Parfum, Chlorphenesin, Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate, Crosspolymer, Caprylyl Methicone, Disodium EDTA, Trisiloxane, Tocopheryl Acetate, Pentaerythrityl, Tetra-di-t-butyl, Hydroxyhydrocinnamate, Sodium Hydroxide, Menthyl Lactate, Propylene Glycol, Magnesium Aspartate, Zinc Gluconate, Camelia Sinensis Leaf Extract, Copper Gluconate, Propolis Extract</p>	<p>Todos os tipos de pele Pele sensível Resistente à água e suor Sensorial leve</p>


Tabela 4 - Formas cosméticas: Creme, Gel-creme, loção e solução



Nome do Produto e Fabricante	Forma Cosmética	Filtros Solares	Fps e FPUVA	Composição	Características
 <p>Super Óleo 8 - Para Cabelos Garnier Fructis</p>	Óleo	Ethylhexyl Methoxycinnamate	Não especificado pelo fabricante	Cyclopentasiloxane, Dimethiconol, Argania Spinosa Oil/Argania Spinosa Kernel Oil, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Camellia Oleifera Seed Oil, Limonene, Linalool, Benzyl Alcohol, Geraniol, Citronellol, Hexyl Cinnamal, Parfum/Fragrance.	Não especificado
 <p>Base Líquida Fps 8 - Aquarela Natura</p>	Líquido	Ci 77891, Ethylhexyl Methoxycinnamate.	FPS 8	Aqua, CI 77891, Caprylic/Capric Triglyceride, Dicaprylyl Ether, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Lecithin, Propylene Glycol, CI 77942, Peg-20 Methyl Glucose Sesquistearate, Vp/Eicosene Copolymer, Polysorbate 80, CI 77491, Triethanolamine, CI 77499, Xanthan Gum, Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer, Carbomer, Alumina, BHT, Tetrasodium EDTA, Aroma, Magnesium Nitrate, Dipropylene Glycol, Tocopherol, Sodium Hydroxide, Methylchloroisothiazolinone, Magnesium Chloride,	Maquiagem


 <p>Hidratante Protetor Fps30 Nivea</p>	<p>Emulsão (Gel Creme)</p>	<p>Homosalate, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Ethylhexyl Salicylate, Octocrylene, Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid</p>	<p>FPS 30 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB</p>	<p>Methylisothiazolinone Aqua, Homosalate, Glycerin, Cyclomethicone, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Ethylhexyl Salicylate, Octocrylene, Methylpropanediol, Tapioca Starch, Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid, Behenyl Alcohol, Cetearyl Alcohol, Fucus Vesiculosus Extract, Maris Sal, Tocopheryl Acetate, Panthenol, Glyceryl Glucoside, Ammonium Acryloyldimethyltaurate/VP Copolymer, Sodium Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer, Xanthan Gum, Caprylic/Capric Triglyceride, Sodium Stearoyl Glutamate, Sodium Chloride, Phenoxyethanol, Methylparaben, Trisodium EDTA, Linalool, Benzyl Alcohol, Citronellol, Geraniol, Alpha-Isomethyl Ionone, Butylphenyl Methylpropional, BHT, Parfum, Sodium Hydroxide</p>	<p>Pele normal Hidratante Veículo menos oleoso</p>
 <p>Bb Base Multibenefício Fps30 Uma Natura</p>	<p>Emulsão (Bb Cream)</p>	<p>Titanium Dioxide, Ethylhexyl Methoxycinnamate</p>	<p>FPS 30</p>	<p>Aqua, Titanium Dioxide, Silica, Dimethicone. Ethylhexyl, Methoxycinnamate, Cyclopentasiloxane, Dimethicone Crosspolymer, Propylheptyl Caprylate, Pentylene Glycol, Behenyl Alcohol, Polyglyceryl-10</p>	<p>Pele normal Hidratante Efeito mate Maquiagem</p>



				<p>Pentastearate, Sodium, Stearoyl Lactylate, Glycerin, Glyceryl Stearate, Peg100 Stearate, Glycol Distearate, PPG-15 Stearyl Ether, Silica Dimethyl Silylate, 1,2-Hexaediol, Caprylyl Glycol, Biosaccharide Gum-2, Biosaccharide Gum-3, Ethylhexylglycerin, Xanthan Gum, Tocopheryl Acetate, Methylisothiazolinone, BHT, Parfum, Coffea, Robusta Seed Extract, Solanum Lycopersicum Fruit/Leaf/Stem Extract. Pode Conter: Isopropyl titanium Triisostearate, CI 77891, CI77947, CI 77492, CI 77491, CI 77499</p>	
 <p>Condicionado R Elseve Oleo Extraordinário Nutrição &amp; Proteção – Filtro Uv+ L'oréal Paris I</p>	<p>Emulsão (Creme Capilar)</p>	<p>Titanium Dioxide, Ethylhexyl Methoxycinnamate</p>	<p>NÃO ESPECIFICADO PELO FABRICANTE</p>	<p>Aqua/ Water, Cetearyl Alcohol, Paraffinum Liquidum/ Mineral Oil, Behentrimonium Chloride, CI 77891/ Titanium Dioxide, CI 77491/ Iron Oxides, CI 15985/ Yellow 6, CI 19140/ Yellow 5, Chamomilla Recutita Extract/ Matricaria Flower Extract, Mica, Cocos Nucifera Oil/ Coconut Oil, Tocopherol, Sodium Hydroxide, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Helianthus Annuus Seed Oil/ Sunflower Seed Oil, Nelumbium Speciosum Extract/ Nelumbium Speciosum Flower Extract,</p>	


				Benzoic Acid, Linum Usitatissimum Flower Extract, Isopropyl Alcohol, Caprylyl Glycol, Caprylic/ Capric Triglyceride, Caramel, Gardenia Tahitensis Flower Extract, Rosa Canina Flower Extract, Bisabolol, BHT, Glycerin, Glycine Soja Oil/ Sobean Oil, Glyceryl Linoleate, Glyceryl Oleate, Glyceryl Linolenate, Parfum/ Fragrance.	
 <p>Shampoo Elseve Oleo Extraordinári O Nutrição &amp; Proteção - Filtro Uv+ L'oréal Paris</p>	Shampoo	Ethylhexyl Methoxycinnamate	NÃO ESPECIFICADO PELO FABRICANTE	Aqua/ Water, Sodium Laureth Sulfate, Coco - Betaine, Sodium Chloride, Glycerin, Propylene Glycol, CI 19140/ Yellow 5, Chamomilla Recutita Extract/ Matricaria Flower Extract, Cocos Nucifera Oil/ Coconut Oil, Tocopherol, Sodium Benzoate, Sodium Acetate, Sodium Hydroxide, PEG -60 Hydrogenated Castor Oil, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Polyquaternium -10, Salicylic Acid, Helianthus Annus Seed Oil/ Sunflower Seed Oil, Nelumbium Speciosum Extract/ Nelumbium Speciosum Flower Extract, Linum Usitatissimum Flower Extract, Isopropyl Alcohol, Caprylic/ Capric Triglyceride, Caramel, Gardenia Tahitensis Flower Extract, Rosa	


				Canina Flower Extract, Bisabolol, BHT, Citric Acid, Hexylene Glycol, Glycine Soja Oil/ Soybean Oil, Glyceryl Linoleate, Glyceryl Oleate, Glyceryl Linolenate, Parfum/ Fragrance.	
 <p>Nivea Facial Bb (Blemish Balm) Cream Hidratante Base Protetor 5 Em 1 Nivea</p>	Emulsão (Bb Cream)	Octocrylene, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Benzyl Salicylate, Ci 77891/Titanium Dioxide	FPS 10	Aqua, Glycerin, Triisostearin, Octocrylene, Isopropyl Stearate, Talc, Cetearyl Alcohol, Methylpropanediol, Hydrogenated CocoGlycerides, Butyrospermum Parkii Butter, Glyceryl Stearate, Palmitic Acid, Stearic Acid, Panthenol, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Dimethicone, Tocopheryl Acetate, Oleic Acid, Myristic Acid, Arachidic Acid, Sodium Hydroxide, Carbomer, Xantahn Gum, Glyceryl Glucoside, Trisodium EDTA, Methylparaben, Phenoxyethanol, Benzyl Salicylate, Hexyl Cinnamal, Butylphenyl Methylpropional, Linalool, Benzyl Alcohol, Hydroxyisohexyl 3-Cyclohexene Carboxaldehyde, Citronellol, Geraniol, Alpha-Isomethyl Ionone, dLimonene, Parfum, Ci 77891, Ci 77491, Ci 77492, Ci 77499.	Todos os tipos de pele Hidratante Efeito mate Maquiagem



 <p>Cc Cream Bege Natural (Também Disponível Nas Tonalidades Médio E Caramel) Eudora</p>	<p>Emulsão (Cc Cream)</p>	<p>Ethylhexyl Methoxycinnamate, C12-15 Alkyl Benzoate, Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Titanium Dioxide, Bis</p>	<p>FPS 30 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB</p>	<p>Aqua; Ethylhexyl Methoxycinnamate; C12-15 Alkyl Benzoate; Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate; Caprylyl Methicone; Ci 77891; Titanium Dioxide; Glycerin; Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine; Cetearyl Oliviate; Sorbitan Oliviate; Potassium C.</p>	<p>Todos os tipos de pele Hidratante Efeito mate Maquiagem</p>
 <p>Spectraban Color Base Spectraban</p>	<p>Emulsão (Bb Cream)</p>	<p>Homosalate, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Ethylhexyl Triazone, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Titanium Dioxide</p>	<p>FPS 30 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB</p>	<p>Aqua (água purificada), cetyl alcohol (álcool cetílico), ceteareth-20 (álcool estearílico ceteareth20), BHT (butilhidroxitolueno), PVP/eicosene copolymer (copolímero PVP eicoseno), disodium EDTA (EDTA dissódico), glycerol (glicerina), homosalate (homosalato), methylparaben (metilparabeno), glyceryl stearate (monoestearato de glicerila), ethylhexyl methoxycinnamate (octilmetoxicinamato), PEG-40 hydrogenated castor oil (PEG-40 óleo de mamona hidrogenado), propylene glycol (propilenoglicol), propylparaben (propilparabeno), caprylic/capric triglyceride</p>	<p>Todos os tipos de pele Pele sensível Hidratante Efeito mate Maquiagem</p>


				(triglicérides do ácido cáprico/caprílico), ethylhexyl triazone (octiltriazone), potassium cetyl phosphate (cetil fosfato de potássio), triethanolamine (trietanolamina), cyclopentasiloxane (ciclopentasiloxano), xanthan gum (goma xantana), acrylates/C10-30 alkyl acrylate crosspolymer (crosspolímero de alquil acrilato C10- 30/acrilato), bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine (bis-etilexiloxifenol metoxifenil triazina), phenoxyethanol (and) methylisothiazolinone (fenoxietanol e metilisotiazolinona), titanium dioxide (dióxido de titânio rutilo/alumina), CI 77491 (óxido de ferro vermelho CI 77491), CI 77492 (óxido de ferro amarelo CI 77492), CI 77499 (óxido de ferro preto CI 77499)	
 <p>Protetor Solar Coppertone</p>	Emulsão (Loção)	Homosalate, Octocrylene, Ethylhexyl Salicylate, Butyl Methoxydibenzoylm ethane	FPS 15 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB	Aqua, Homosalate, Octocrylene, Sorbitol, Ethylhexyl Salicylate, Ethylhexyl Palmitate, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Bis- Stearyl Ethylenediamine/Neopentyl Glycol/Stearyl Hydrogenated	Pele oleosa e normal Resistente à água Pele sensível Alta espalhabilidade


<p>Loção Oil Free Coppertone</p>				<p>Dimer Dilinoleate Copolymer, Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer, Benzyl Alcohol, Cetyl Phosphate, Dimethicone, Triethanolamine, Carbomer, Tocopherol, Chlorphenesin, Aloe Barbadensis Leaf Extract e Disodium EDTA.</p>	
 <p>Protetor Solar Corporal Cuide-Se Bem O Boticário</p>	<p>Emulsão (Loção)</p>	<p>Homosalate, Octocrylene, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid, C12-15 Alkyl Benzoate,</p>	<p>FPS 30 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB</p>	<p>Agua (water); homosalate; octocrylene; butyl Methoxydibenzoylmethane; phenylbenzimidazole sulfonic acid; glycerin; c12-c15 alkyl benzoate; dicaprylyl ether; triethanolamine; cetearyl isononanoate; potassium cetyl phosphate; vp/hexadecene copolymer; dimethicone; polymethylsilsesquioxane; parfum (fragrance); aminopropanol; benzyl alcohol; tocopheryl acetate; caprylyl glycol; acrylates/c10-30 alkyl acrylate crosspolymer; xanthan gum; methyl methacrylate crosspolymer; disodium edta; benzyl benzoate.</p>	<p>Toque seco Hidratante Alta espalhabilidade</p>
 <p>Protetor Solar</p>	<p>Loção (Aqua-Serum)</p>	<p>Drometrizole Trisiloxane, Ethylhexyl Salicylate, Octocrylene, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Ethylhexyl</p>	<p>FPS 30 PPD 17 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB</p>	<p>Aqua / water, homosalate, ethylhexyl salicylate, silica, styrene/acrylates copolymer, ethylhexyl triazone, bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine,</p>	<p>Todos os tipos de pele Hidratante Alta espalhabilidade</p>


<p>Facial Anthelios XI Protect La Roche-Posay</p>		<p>Triazone, Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid, Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine</p>		<p>drometrizole trisiloxane, butyl methoxydibenzoylmethane, aluminum starch octenylsuccinate, octocrylene, c12-15 alkyl benzoate, glycerin, pentylene glycol, potassium cetyl phosphate, dimethicone, perlite, propylene glycol, terephthalylidene dicamphor sulfonic acid, titanium dioxide, triethanolamine, phenoxyethanol, stearyl alcohol, isopropyl lauroyl sarcosinate, peg-8 laurate, caprylyl glycol, inulin lauryl carbamate, acrylates/c10-30 alkyl acrylate crosspolymer, tocopherol, xanthan gum, disodium edta, aluminum hydroxide, stearic acid, zinc gluconate. (code f.i.l: b187260/1)</p>	
 <p>Sun Fluido Matificante Eucerin</p>	<p>Emulsão (Gel Creme)</p>	<p>Octocrylene, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Titanium Dioxide (Nano), BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Homosalate, Ethylhexyl Salicylate, Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid</p>	<p>FPS 60 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB</p>	<p>Aqua, isodecyl neopentanoate, butylene glycol dicaprylate/dicaprate, isopropyl palmitate, octocrylene, alcohol denat, methyl methacrylate crosspolymer, butyl methoxydibenzoylmethane, titanium dioxide (nano), bis-ethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine, homosalate, dibutyl adipate, glycine, polyamide-5, polymethylsilsesquioxane,</p>	<p>Pele Normal a mista Efeito mate Veículo menos oleoso Resistente à água</p>



				ethylhexyl salicylate, phenylbenzimidazole sulfonic acid, arginine hcl, polyglyceryl-4 diisostearate polyhydroxystearate sebacate, glycerin, sodium hyaluronate, glycyrrhetic acid, glycyrrhiza inflata root extract, vp/hexadecene copolymer, trimethoxycaprylylsilane, trisodium edta, silica dimethyl silylate, dimethicone, ethylhexylglycerin	
 <p>Protetor Solar Toque Seco Avon Care Sun Avon</p>	Emulsão (Gel Creme)	Homosalate, Benzophenone-3, Ethylhexyl Salicylate, Butyl Methoxydibenzoylm ethane, Octocrylene, Kaempferia Galanga Root Extract, Camellia Sinensis Leaf Extract, Oryzanol	FPS 50	Aqua; homosalate; alcohol; benzophenone-3; ethylhexyl salicylate; butyl methoxydibenzoylmethane; butylene glycol; octocrylene; butyloctyl salicylate; dimethicone; silica; dilauryl thiodipropionate; polymethylsilsesquioxane; cetearyl alcohol; ceteth20 phosphate; tromethamine; parfum; phenoxyethanol; vp/eicosene copolymer; polysilicone-11; acrylates copolymer; dicetyl phosphate; carbomer; hydrogenated lecithin; methylparaben; acrylates/c10-30 alkyl acrylate crosspolymer; disodium edta; kaempferia galanga	Pele oleosa Veículo menos oleoso


 <p>Protetor Solar Natura Fotoequilíbrio Facial Natura</p>	<p>Emulsão (Gel Creme)</p>	<p>Methylene BisBenzotriazolyl Tetramethylbutylphe nol, Titanium Dioxide, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid, Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Homosalate, Octocrylene, Ethylhexyl Triazone, Camellia Sinensis Leaf Extract</p>	<p>FPS 60 PPD 20 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB</p>	<p>Aqua, aluminum starch octenylsuccinate, methylene bis- benzotriazolyl tetramethylbutylphenol, titanium dioxide, bisethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine, ethylhexyl methoxycinnamate, silica, phenylbenzimidazole sulfonic acid, diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate, homosalate, octocrylene, dibutyl adipate, propylheptyl caprylate, triacontanyl pvp, trimethylsiloxysilicate, stearyl dimethicone, caprylyl methicone, ethylhexyl triazone, glycerin, phenoxyethanol, potassium cetyl phosphate, sodium hydroxide, acrylates/c10-30 alkyl acrylate crosspolymer, disodium edta, methylisothiazolinone, bht, tocopheryl acetate, camellia sinensis leaf extract, theobroma cacao seed extract.</p>	<p>Todo o tipo de pele Veículo menos oleoso</p>
 <p>Filtro Solar Sc Adcos</p>	<p>Emulsão (Gel Creme)</p>	<p>Ethylhexyl Methoxycinnamate, Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, Methylene BisBenzotriazolyl Tetramethylbutylphe nol,</p>	<p>FPS 60 PPD 22 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB</p>	<p>O Filtro Solar FPS 60 SC da ADCOS é um produto para uso diário, oferecendo um FPS de 60 que é indicado a todo o tipo de pele, inclusive as mais sensíveis que se queimam facilmente. Sua fórmula oil free possui Tecnologia Bioprotetora PróDefense, protege</p>	<p>Todo tipo de pele Resistente a à água Veículo menos oleoso Pele sensível</p>


		BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, C12-15 Alkyl Benzoate, Isoamyl PMethoxycinnamate, Titanium Dioxide, Octocrylene, Ethylhexyl Triazone		o DNA celular das ações dos raios UVA e UVB, possui ação antiglicante e antirradicais livres. É resistente à água, sem perfume e não comedogênico.	
 <p>Solar Expertise Facial Toque Limpo Com Cor L'Oréal Paris</p>	Emulsão (Gel Creme)	Titanium Dioxide, Ethylhexyl Salicylate, Ethylhexyl Triazone, C12-15 Alkyl Benzoate, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Octocrylene, Methylene BisBenzotriazolyl Tetramethylbutylphenol, Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid	FPS 70 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB	Aqua / water, homosalate, ci 77891 / titanium dioxide, silica, ethylhexyl salicylate, ethylhexyl triazone, c12-15 alkyl benzoate, bisethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine, drometizole trisiloxane, butyl methoxydibenzoylmethane, octocrylene, caprylyl methicone, styrene/acrylates copolymer, titanium dioxide, aluminum starch octenylsuccinate, ci 77491, ci 77492, ci 77499 / iron oxides, potassium cetyl phosphate, methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol, propylene glycol, pentylene glycol, terephthalylidene dicamphor sulfonic acid, triethanolamine, glycerin, phenoxyethanol, stearyl alcohol, dimethicone, silica silylate, caprylyl glycol, acrylates/c10-30 alkyl acrylate crosspolymer, butylene glycol,	Pele Oleosa Veículo menos oleoso


				<p>inulin lauryl carbamate, peg-8 laurate, aluminum hydroxide, stearic acid, polyglyceryl-10 laurate, disodium edta, tocopherol, xanthan gum, butylphenyl methylpropionyl linoleol, limonene, butyrospermum parkii seedcake extract / shea seedcake extract, benzyl alcohol, hexyl cinnamal, geraniol, citronellol, eugenol, parfum / fragrance (code fil b187848/1 )</p>	
 <p>Protetor Solar Com Cor Anthelios Bb Cream La Roche- Posay</p>	<p>Emulsão (Gel Creme)</p>	<p>Octocrylene, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Titanium Dioxide, Ethylhexyl Salicylate, Drometrizole Trisiloxane, C12-15 Alkyl Benzoate, Ethylhexyl Triazone, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid,</p>	<p>FPS 50 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB</p>	<p>Aqua/water, alcohol, diisopropyl sebacate, silica, butyl methoxydibenzoylmethane, ci77891 / titanium lauroyl sarcosinate, zea mays starch, corn starch, ethylhexyl triazone, poly c10-30 alkyl acrylate, glyceryl stearate, behenyl alcohol, methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol, propylene glycol, terephthalylidene dicamphor sulfonic acid, ammonium polycryldimethyltauramide/ammonium polyacryloyldimethyl taurate, phenoxyethanol, dometrizole trisiloxane, silica silylate, cetyl alcohol, triethanolamine, glyceryl stearate citrate, disodium ethylene dicocamide peg-15 disulfate,</p>	<p>Pele oleosa Veículo menos oleoso</p>



				capryl glycol, xantham gum, polyglyceryl-10 laurate, butylene glycol, disodium edta, sodium hyaluronate, zinc gluconate, perlite, parfum/fragrance.	
 <p>Protetor Solar Antioleosidad E Anthelios Airlicium La Roche-Posay</p>	Emulsão (Gel Creme)	Butyl Methoxydibenzoylmethane, Titanium Dioxide, C12-15 Alkyl Benzoate, Octocrylene, Ethylhexyl Triazone, Methylene BisBenzotriazolyl Tetramethylbutylphenol, Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid, Drometrizole Trisiloxane.	FPS 30 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB	Aqua/water, alcohol, diisopropyl sebacate, silica, butyl methoxydibenzoylmethane, ci77891 / titanium lauroyl sarcosinate, zea mays starch , corn starch, ethylhexyl triazone, poly c10-30 alkyl acrylate, glyceryl stearate, behenyl alcohol, methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol, propylene glycol, terephthalylidene dicamphor sulfonic acid, ammonium polycryldimethyltauramide/ammonium polyacryloyldimethyl taurate, phenoxyethanol, dometrizole trisiloxane, silica silylate, cetyl alcohol, triethanolamine, glyceryl stearate citrate, disodium ethylene dicocamide peg-15 disulfate, capryl glycol, xantham gum, polyglyceryl-10 laurate, butylene glycol, disodium edta, sodium hyaluronate, zinc gluconate, perlite, parfum/fragrance.	<p>Pele oleosa e acneica Pele sensível</p> <p>Veículo menos oleoso Resistente à água</p>



 <p>Avène Solar Toque Seco Avene</p>	<p>Emulsão (Gel Creme)</p>	<p>Octenilsuccinato De Almidon De Alumínio, Metoxifefenil Triacina BisEtilhexioxifenol, Butamido Tirazona, Dietilhexilo, Butil Metoxibenzoilmeta no</p>	<p>FPS 70 UVA E UVB</p>	<p>Água termal de avène, c12-15 alquil benzoato, isononanoato de cetearilo, adipato de diisosopropil, neopentanoato de isodecilo, bisbenzotrialzoul tetrametilbutilfenil metileno, água, octenilsuccinato de almidon de alumínio, metoxifefenil triacina bisetilhexioxifenol, butamido tirazona, dietilhexilo, butil metoxibenzoilmetano, cetil fosfato de potasio, sílice, crospolímero de acrilatos/c10/30 alquil acrilato, ácido benzóico, triglicerido caprílico/capríco, capril glicol decil poliglucosa edta disódio, behenato de glicerilo, dibehenato de glicerilo, laurato de glicerilo, glucéridos de palma hidrogenados, glicéridos de almendra de palma hidrogenados, propilén glicol, hidróxido de sódio poliglicosa de tocoferilo, tribehenina, goma xantana.</p>	<p>Pele mistas, oleosa e acneica Veículo menos oleoso</p>
 <p>Soless Fluid Natupele</p>	<p>Emulsão (Gel Creme)</p>	<p>Dióxido De Titânio, Metoxinamato De Isoamila, Antranilato De Metila, Octocrileno, Metoxinamato De Octila, Óxido De Zinco.</p>	<p>FPS 60 UVA E UVB</p>	<p>Acrilato/ Alquil Acrilato de Copolímero, Polímero acrílico/Óleo Mineral/ Polissorbato, Fomblim HC/25, Água deionizada, Glicerina, Metilparabeno, Propilparabeno, Edetato de sódio, Butil Hidroxi tolueno, Propilenoglicol,</p>	<p>Todos os tipos de pele Veículo menos oleoso Resistente à água e ao suor Hidratante Hipoalergênico</p>

				Polissorbato 80, Ciclopentasiloxano e Dimeticonol, AlfaTocoferol, Triglicérides de Ácido Cáprico e Caprílico, Dióxido de titânio, Metoxinamato de Isoamila, Antranilato de Metila, Caolim, Octocrileno, Metoxinamato de Octila, Dipolihidroxiestearato PEG-30, Óxido de Zinco, Trietanolamina, Copolímero de Polivinilpirrolidona , Essência, Imidazolidil Uréia.	
 <p>Protetor Solar Neo Dermo Etage Defense Eudora</p>	Emulsão (Creme)	Ethylhexyl Methoxycinnamate, C12-15 Alkyl Benzoate, Diethylamino Hydroxybenzoyl Hexyl Benzoate, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Titanium Dioxide, Ethylhexyl Triazone	FPS 50 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB	Aqua; ethylhexyl methoxycinnamate; c12-15 alkyl benzoate; caprylyl methicone; diethylamino hydroxybenzoyl hexyl benzoate; bisethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine; glycerin; niacinamide; titanium dioxide; potassium cetyl phosphate; aluminum starch octenylsuccinate; neopentyl glycol dicaprylate/dicaprate; silica; cetearyl olivate; ethylhexyl triazone; methyl methacrylate crosspolymer; cetyl palmitate; sorbitan olivate; tocopheryl acetate; cetearyl alcohol; parfum; benzyl alcohol; caprylyl glycol; linoleic acid; carnosine;	Pele oleosa

				acrylates/c10-30 alkyl acrylate crosspolymer; triethanolamine; cetearyl glucoside; helianthus annuus (sunflower) seed extract; methoxy amodimethicone/silsesquioxane copolymer; xanthan gum; methicone; linolenic acid; benzyl salicylate; citronellol; geraniol; hydroxycitronellal; limonene; linalool	
 <p>Episol Color Morena Fps 70 Episol</p>	Emulsão (Creme)	Benzofenona 3, Homosalato E O Dióxido De Titânio	FPS 70 PROTEÇÃO SOLAR UVA/ UVB E INFRAVERMELH O	Benzophenone-3, Titanium Dioxide, Phenethyl Benzoate, Isocetyl Stearoyl Stearate, Homosalate, Ethyl Salicylate, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Cellulose Hectorite, Xanthan Gum, Phenoxyethanol, Caprylyl Glycol, Bisethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Butylene Glycol Cocoate, Triacontanyl PVP, Tribehenin PEG-20 Esters, Cyclopentasiloxane, Disodium EDTA, Glycerin, Methyl Methacrylate Crosspolymer, Potassium Cetyl Phosphate, Dimethicone, Tocopheryl Acetate, CI 77499, CI 77491, CI 77891, PEG-12 Dimethicone, CI 77492, Alcohol, Cholesterol, Ceramide 3, Ceramide 2, Oleic Acid, Palmitic Acid, Hydrogenated Lecithin,	Todos os tipos de pele Resistente à água Textura aveludada

				Glycine soja (soybean) Extract, Glycine soja (soybean) Oil, Scleritium Gum, Camellia kissi Seed Oil, Propylene Glycol, Camellia sinensis Leaf Extract, Saccharide Isomerate, Citric Acid, Artemia Extract, Carnosine, Oryza sativa Extract, Aqua.	
 <p>Protetor Solar Episol Sec Mantecorp</p>	Emulsão (Creme)	Octilmetoxicinamato , Octocrileno, Benzofenona 3, Octilsalicilato	FPS 60 ALTA PROTEÇÃO UVA/UVB	Methylene bis-benzotriazolyl tetramethylbutylphenol, decyl glucoside, propylene glycol, xanthan gum, ethylhexyl methoxyccinamate, homosalate, hydrolyzed wheat protein/pvp crosspolymer, ethylhexyl salicylate, tocopheryl acetate, dicaprylyl carbonate, benzophenone-3-triacontanyl pvp, bisethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine, titanium dioxide, phenethyl benzoate, isocetyl stearyl stearate, acrylates/c10-30 alkyl acrylate crosspolymer, carbomer, disodium edta, glycerin, cetylphosphate, phenoxyethanol, caprylyl glycol, camellia kissi seed oil, camellia sinensis leaf extract, sclerotium gum, alcohol, malpighia puicifolia fruit extract, prunus cerasus fruit extract, methyl methacrylate, crosspolymer, peg-8, aluminium	Pele Oleosa e Acneica Resistente à água

				starch octenylsuccinate, silica, artemia extract, carnosine, oryza sativa extract, triethanolamine, aqua	
 <p>Sundown Todo Dia Sundown</p>	Emulsão (Creme)	Naphthalate, Octocrylene, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Titanium Dioxide, Oxibenzona	FPS 30 PROTEÇÃO SOLAR UVA/UVB	Aqua, octorylene, c12-15 alkyl benzoate, ethylhexyl salicylate, butyl methoxydibenzoylmethane, dimethicone, methoxyphenyl triazine, styrene-acrylates, isopropyl isostearate, butylene glycol, sorbitan isostearate, potassium cetyl phosphate, benzyl alcohol, tribehenin, aluminium starch octenylsuccinate, dimethyl cabinyl acetate, acrylates/c10-30 alkyl acrylate, crosspolymer, chlorphenesin, caprylyl methicone, disodium edta, trisilozane, tocopheryl acetate, pentaerythrityl, tetra-di-t-butyl hydroxyhydrocinnamate, sodium hydroxide, propylene glycol, chamomilla recutita matricaria flower extract	Todos os tipos de pele Toque emoliente
 <p>Protetor Solar Protect&amp;Hidra Ta Nivea</p>	Emulsão (Creme)	Homosalate, Octocrylene, Butyl Methoxydibenzoylm ethane, Ethylhexyl Salicylate, BisEthylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Titanium	FPS30 PROTEÇÃO IMEDIATA UVA/UVB	Aqua, homosalate, octocrylene, alcohol, ethylhexyl salicylate, butyl methoxydibenzoylmethane, bisethylhexyloxyphenol methoxyphenyl triazine, titanium dioxide (nano) panthenol, glyceryl stearate, hydrogenated cocophenylbenzimidazole sulfonic	Pele normal Toque emoliente Hidratante Resistente à água

		Dioxide (Nano)		acid, silica dimethyl silyate, sodium stearoyl, glutamate, dimethicone, methylparaben, xanthan gum, silica, acrylates/c10-30 alkyl acrylate crosspolymer. Trisodium edta, sodium hydroxide, totopheeryl acetate, sodium chloride, alphaisomethyl ionone, butylphenyl methylpropional, citronellol, coumarin, geraniol, d-limonene, linalool, benzyl alcohol, eugenol.	
	Emulsão (Creme)	Ethylhexyl Methoxycinnamate Butyl Methoxydibenzoylmethane, Octocrylene, Butyrospermum Parkii Butter, Tocopheryl Acetate	FPS 15	Petrolatum; ethylhexyl methoxycinnamate; paraffin; butyl methoxydibenzoylmethane; octocrylene; butyrospermum parkii butter; octyldodecanol; caprylyl glycol; parfum; tocopheryl acetate; prunus amygdalus dulcis oil; glycerin; royal jelly; mel; leuconostoc/radish root ferment filtrate	
	Emulsão (Creme)	Octocrileno	UVB/FPS30 FP/UVA 10	- ronacare® AP: sistema avançado de ação contínua contra radicais livres - Physasun®: ativo com triplo benefício à pele: induz o aumento da produção do colágeno, controla a temperatura frente ao estresse térmico, melhorar o sistema de defesa da pele; - Apolluskin®: ação	Todos os tipos de pele Toque seco Efeito mate

Bioage				antipoluição; - Vitamina E: antioxidante que protege e regenera as camadas da pele e promove efeito umectante; - Octocrileno: filtro solar responsável por bloquear os raios UVA e UVB e melhorar a resistência do produto à água	
--------	--	--	--	---	--

Tabela 5 - Indicações adicionais não obrigatórias na rotulagem.

<b>Indicações adicionais não obrigatórias na rotulagem</b>	<b>Categoria indicada no rótulo (DCP)</b>	<b>Fator de proteção solar medido (FPS)</b>	<b>Fator mínimo de proteção UVA (FPUVA)</b>	<b>Comprimento de onda crítico mínimo</b>
Pele pouco sensível a queimadura solar	BAIXA PROTEÇÃO	6,0 -14,9	1/3 do fator de proteção solar indicado na rotulagem	370 nm
Pele moderadamente sensível a queimadura solar	MÉDIA PROTEÇÃO	15,0-29,9	1/3 do fator de proteção solar indicado na rotulagem	370 nm
Pele muito sensível a queimadura solar	ALTA PROTEÇÃO	30,0-50,0	1/3 do fator de proteção solar indicado na rotulagem	370 nm
Pele extremamente sensível a queimadura solar	PROTEÇÃO MUITO ALTA	Maior que 50,0 e menor que 100	-	-

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Costa, Adilson Tratado internacional de cosmecêuticos / Adilson Costa. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

Cabral, LDS; Pereira, SO; Partata, AK. Filtros solares e fotoprotetores mais utilizados nas formulações no Brasil. Revista Científica do ITPAC, Araguaína, v.4, n.3, Pub.4, julho 2011.

Ribeiro, C. Cosmetologia aplicada a dermoestética. 2. ed. São Paulo: Pharmabooks, 2010.

Mirleu, PGA. Cosmetologia. Pearson Education do Brasil, São Paulo: ISBN 978-85-8143-125-3, 2012.

## Capítulo 7

### **AValiação CLÍNICA: A ANAMNESE NA FOTOPROTEÇÃO**

**Wemerson Carlos da Conceição<sup>1</sup>**

**Marcelo Barcellos da Rosa<sup>2</sup>**

**Marilane de Oliveira Fani Amaro<sup>3</sup>**

**Camilo Amaro de Carvalho<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Saúde Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>2</sup> Professor Associado III -Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM

<sup>3</sup> Professora curso de Enfermagem Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>4</sup> Professor curso de Medicina Universidade Federal de Viçosa - UFV

A anamnese é o pilar mais importante na prática médica, sendo responsável pelo desenvolvimento da relação médico-paciente de qualidade e pela tomada de decisão diagnóstica e terapêutica corretas (Porto, 2009). Segundo uma revisão bibliográfica da Revista de Medicina da Universidade de São Paulo (Anamnese, exame clínico e exames complementares como testes diagnósticos), avaliando o papel da entrevista médica no diagnóstico clínico, constatou-se diversos artigos que apontam a anamnese como responsável por mais de 50% dos diagnósticos. Em alguns dos estudos analisados esse valor chegou a mais de 90% (Benseñor, 2013).

Na tentativa de conscientizar a população sobre os perigos da exposição às radiações e o câncer de pele, bem como mobilizar a comunidade médica, foi criada em 2014, pela Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD), a campanha “Dezembro Laranja” (SBDRJ, 2022).

Desde a criação da campanha, no último mês do ano a Sociedade realiza uma série de ações no país inteiro com a parceria de instituições públicas e privadas para informar a população sobre os tumores cutâneos e dar as instruções de prevenção e de quando procurar um médico (SBDRJ, 2022).

Com o intuito de auxiliar no entendimento das diversas abordagens e produtos disponíveis no mercado, nesse capítulo, apontamos 5 aspectos da pele humana (fototipo, biotipo cutâneo facial, óstios e poros, descrição da pele ao toque e presença de rugas). Estudos tem demonstrado que, para cada indivíduo existe uma combinação diferente de como essas características se agrupam. Portanto, para

cada uma delas sugerimos o que o profissional da saúde deve ficar atento quanto a qual efeito o fotoprotetor buscar. Deste modo, para uma consulta médica focada na fotoproteção de qualidade, o profissional da saúde deve saber quais informações semiológicas são de real importância na definição do fotoprotetor adequado. O produto a ser utilizado deve obter o máximo de benefícios e o mínimo de malefícios em comparação aos demais cremes do mercado.

Por fim, destacaremos alguns parâmetros sugeridos na “Campanha Nacional de Fotoeducação 2019 - Cuidado farmacêutico na fotoproteção” (FNFU, 2018), a serem avaliados durante a anamnese para definir o melhor fotoprotetor para um paciente.

### **Fototipo (Escala Fitzpatrick)**

A escala Fitzpatrick classifica 6 fototipos de pele a partir da capacidade do indivíduo se bronzear, da sensibilidade e eritema cutâneo à exposição solar Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1 - Fototipos de pele segundo a Escala Fitzpatrick, efeitos da radiação solar e a indicação correta dos respectivos FPS.

<b>Fototipo de pele</b>		<b>Vermelhidão</b>	<b>Bronzeamento</b>	<b>Sensibilidade</b>	<b>Indicação de FPS</b>
<b>I</b>	Pele branca	Sempre queima	Nunca bronzeia	Muito sensível ao sol	50-<100
<b>II</b>	Pele branca	Sempre queima	Bronzeia muito pouco	Sensível ao sol	50-<100
<b>III</b>	Pele morena clara	Queima moderadamente	Bronzeia moderadamente	Sensibilidade normal ao sol	15-50
<b>IV</b>	Pele morena moderada	Queima pouco	Sempre bronzeia	Sensibilidade normal ao sol	15-50
<b>V</b>	Pele morena escura	Queima raramente	Sempre bronzeia	Pouco sensível ao sol	6-14,9
<b>VI</b>	Pele negra	Queima raramente	Totalmente pigmentada	Minimamente sensível ao sol	6,14,9

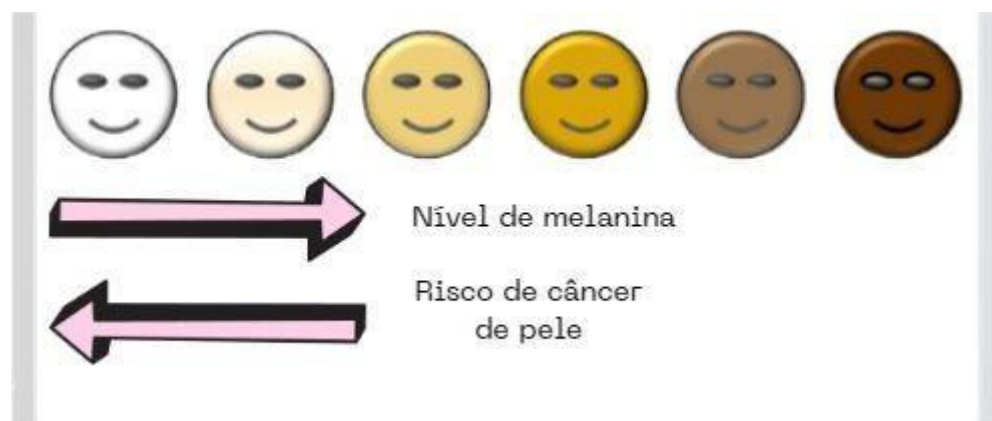


Figura 1 - Pigmentação da pele conforme a Escala de Fitzpatrick e sua influência no câncer de pele. Adaptada de (D'Orazio, 2013).

### Biotipo cutâneo facial

A classificação segundo biótipo cutâneo facial refere-se à capacidade de produção de óleos pela pele ou a capacidade de se manter seca (Tabela 2 e 3).

Tabela 2 - Protetor facial adequado segundo o biótipo cutâneo facial.

Biotipo cutâneo facial	Protetor facial adequado
Pele normal (Eudérmica)	Todos os tipos
Pele mista	Protetor oil free
Pele oleosa	Protetor oil free
Pele seca	Protetor com hidratante

Tabela 3 - Protetor facial adequado segundo o biótipo cutâneo facial, considerando as queixas de desequilíbrios cutâneos.

Biotipo cutâneo	Protetor facial adequado
Pele desidratada	Protetor com hidratante
Pele sensível	Protetor com ausência de pigmentos, parabenos, essências e metais pesados
Pele com acne	Protetor oilfree
Acne inflamatória	Protetor oilfree
Acne não inflamatória	Protetor oilfree
Pele com manchas	Protetor com antioxidante
Manchas difusas	Protetor com antioxidante
Melasma	Protetor com antioxidante

## Óstios e poros

As glândulas sudoríparas e sebáceas são anexos da pele que secretam, respectivamente, suor e sebo. Enquanto o primeiro atua na termorregulação corporal, o segundo é um composto lipídico que lubrifica a pele, além de possuir atributos bactericidas e hidratantes. Ao passo que os poros, orifícios pelos quais o suor é secretado, não são visíveis, os óstios, correspondentes ao sebo, são visíveis olho nu quanto mais estiverem dilatados. Sendo assim, classificamos a pele quanto à presença de poros em *dilatados* e *não-dilatados*. Além do impacto estético, a abertura dos poros exige um cuidado adicional na fotoproteção: o uso de protetores acrescidos de hidróxido de alumínio.

## Descrição da pele ao toque

A indicação do tipo ideal de protetor pode ser definida de acordo com a textura da pele ao toque (Tabela 4).

Tabela 4 - Indicação de protetor solar conforme o tipo celular.

Tipo de pele	Indicação de protetor
Lisa	Todos os tipos de protetores faciais
Fina	Todos os tipos de protetores faciais
Áspera	Protetor com pigmento (maquiagem)

## Presença de rugas

Como supracitado, a escala de Glogau é utilizada para estadiar os graus de fotoenvelhecimento baseado na presença de rugas e na descoloração da pele. Nesse sentido, essa classificação aliada à análise da região onde encontram-se essas rugas, auxilia o profissional na escolha de fotoprotetores que permitem reduzir os impactos do fotoenvelhecimento.

Tabela 5 - Fotoprotetor recomendado conforme a presença e tipos de rugas diagnosticados.

Tipos de rugas	Fotoprotetor recomendado
Rugas de Expressão (30+) Periorbitais / Glabella (Ruga Suave)	Protetor com hidratante e/ou pigmento
Rugas Estáticas (40+) Sulco Nasolabial / Bolsas Oculares (Ruga Moderada)	Protetor com hidratante, antioxidante e/ou pigmento

Rugas Gravitacionais (50+) Labiais / Marionete / Contorno Mandibular (Ruga Avançada)	Protetor com hidratante, antioxidante, proteína e/ou pigmento
Rugas Compostas (60+) Generalizadas / Perda Volumétrica (Ruga Severa)	Protetor com hidratante, antioxidante, proteína e/ou pigmento

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Benseñor, I. M. (2013). Anamnese, exame clínico e exames complementares como testes diagnósticos. *Revista De Medicina*, 92(4), 236-241.

Porto, Celmo Celso Semiologia médica / Celmo Celso Porto; co-editor Arnaldo Lemos Porto. - 6.ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

SBDRJ - Sociedade Brasileira de Dermatologia do Rio de Janeiro. Dezembro Laranja: campanha de combate ao câncer de pele! Disponível em: <https://sbdjrj.org.br/dezembro-laranja-campanha-de-combate-ao-cancer-de-pele/> Acesso em: 21/11/2022.

FNFU - Forum Nacional de Farmácias Universitárias. Campanha Nacional de Fotoeducação, Cuidado farmacêutico na fotoproteção. Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. Disponível em: [www.ufjf.br/fnfu/](http://www.ufjf.br/fnfu/). Acesso em: 21/11/2022.

D'Orazio, J.; Jarrett, S.; Amaro-Ortiz, A.; Scott, T. UV Radiation and the Skin. *Int. J. Mol. Sci.* 2013, 14, 12222-12248. <https://doi.org/10.3390/ijms140612222>

## Capítulo 8

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de fotoproteção se concentram na proteção da pele contra os danos causados pela exposição à radiação ultravioleta (UV) do sol e de outras fontes de radiação UV, como lâmpadas de bronzeamento.

Como vimos ao longo do livro, estudos de fotoproteção são essenciais no tocante a: prevenção do câncer de pele, a proteção de queimaduras solares, fotoenvelhecimento, divulgação sobre o uso de protetores solares, prevenção de doenças oftalmológicas, fomento a atitudes seguras de prevenção a doenças causadas pela radiação solar, melhoria da qualidade de vida, entre outros.

A exposição excessiva ao sol e aos raios UV é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento do câncer de pele, incluindo o carcinoma basocelular, o carcinoma espinocelular e o melanoma. Além disso, a exposição inadequada ao sol pode causar queimaduras solares, que não apenas são dolorosas, mas também podem danificar a pele a longo prazo e o fotoenvelhecimento da pele causa rugas, manchas escuras e flacidez.

Os estudos de fotoproteção, como mostrado ao longo dos capítulos, ajudam a disseminar informações sobre o uso correto de protetores solares, incluindo a escolha do FPS e aplicação adequada, que são fundamentais para a proteção da pele.

A radiação UV também pode causar danos aos olhos, contribuindo para doenças oculares como catarata e degeneração macular. Portanto, a educação e divulgação científica sobre fotoprotelção ajuda a promover comportamentos seguros, como evitar a exposição solar excessiva nos horários de pico, usar roupas de proteção e procurar sombra quando necessário.

Evitar os danos causados pelo sol não apenas previne problemas de saúde, mas também melhora a qualidade de vida. Pessoas que seguem práticas de fotoproteção geralmente têm uma pele mais saudável e uma aparência mais jovem.

Assim, pesquisas científicas envolvendo fotoproteção contribuem para o desenvolvimento de produtos, como protetores solares avançados, roupas com proteção UV e tecnologias inovadoras para a proteção contra a radiação UV.

Enfim, estudos de fotoproteção desempenham um papel vital na prevenção de

problemas de saúde relacionados à exposição ao sol e na promoção de práticas de proteção solar seguras. Eles ajudam a educar o público sobre a importância da fotoproteção e a conscientizar sobre os riscos associados à exposição inadequada aos raios UV e são fundamentais para a promoção da saúde da pele e a prevenção de doenças relacionadas ao sol.

## 6. CONCLUSÃO

Através de métodos espectrofotométricos, verificou-se que o extrato aquoso 3% (m/v), dentre os extratos estudados, é o que possui maior atividade fotoprotetora com FPS igual a 8, podendo ser empregado de forma isolada ou conjunta como ativo principal ou adjuvante em protetores solares, evitando assim os efeitos danosos da radiação UVA e UVB. Estudos futuros em modelos *in vivo* e *in vitro* serão conduzidos com a finalidade de auxiliar no processo de confirmação destes resultados.

Os achados dos estudos juntamente com a elaboração do livro proporcionam aos leitores informações sobre a importância da prevenção frente aos RU, como também desperta para uma gama de novas opções de fotoprotetores de origem natural por meio de pesquisas, desenvolvimento e inovações de novos produtos fotoprotetores.

Espera-se que a palestra ajude os servidores de saúde do município a terem um conhecimento maior sobre a importância da fotoproteção e a conscientizar sobre os riscos associados à exposição exacerbada aos RU que são essenciais para a promoção da saúde e a prevenção de doenças relacionadas a pele.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, F.C.R et al. Análise da praticabilidade de investimento financeiro em gerador solar fotovoltaico-Estudo de caso. 2021

Baldisserotto, Anna et al. Moringa oleifera leaf extracts as multifunctional ingredients for “natural and organic” sunscreens and photoprotective preparations. *Molecules*, v. 23, n. 3, p. 664, 2018

BRASIL.Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Medicamentos fitoterápicos e plantas medicinais. 5 outubro 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/medicamentos/fitoterpicos>. Acesso em: 10 jun 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da diretoria colegiada – RDC número 629, de 10 de março de 2022. Dispõe sobre protetores solares e produtos multifuncionais em cosméticos e internaliza a Resolução GMC MERCOSUL número 08/2011. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdcn-629-de-10-demarco-de-2022-386099957>. Acesso em: 10 jun 2023.

Costa, Vitória Rigue et al. Os efeitos da incidência excessiva da radiação ultravioleta na pele - artigo de revisão. *Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico*, v. 5, n. 5, p. 1418-1427, 2019.

Havsteen, B. H. The biochemistry and medical significance of the flavonóides. *Pharmacology & Therapeutics*, v. 96, p. 67- 202, 2002.

Gonzaga, Evelyn R. Role of UV light in photodamage, skin aging, and skin cancer. *American journal of clinical dermatology*, v. 10, n. 1, p. 19-24, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). Estimativa 2023. Incidência de Câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2022a. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//estimativa-2023.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). Câncer. Tipos de câncer. Câncer de pele melanoma. Rio de Janeiro: INCA, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/tipos/pele-melanoma>. Acesso em: 9 fev. 2023.

Lee, Jihoon W. et al. Deciphering UV-induced DNA damage responses to prevent and treat skin cancer. *Photochemistry and photobiology*, v. 96, n. 3, p. 478-499, 2020.

Madan, Vishal; LEAR, John T.; SZEIMIES, Rolf-Markus. Non-melanoma skin cancer. *The lancet*, v. 375, n. 9715, p. 673-685, 2010.

Martens, Marie Christine et al. Photocarcinogenesis and skin cancer prevention strategies: an update. *Anticancer Research*, v. 38, n. 2, p. 1153-1158, 2018.

Nascimento, Luciano F. do; Santos, Elisabete P. dos; Aguiar, Alcino P. de. Fotoprotetores Orgânicos: pesquisa, inovação e a importância da síntese orgânica. *Revista Virtual de Química*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 190-223, 08 dez. 2014. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20140015>.

Polonini, H.C. et al. Fotoprotetores naturais como instrumento de ação primária na prevenção do câncer de pele. *Revista de Atenção Primária a Saúde*, v.14, n.2, p.216-223, 2011.

SayedA MA, Haque MM, Roy B, Hossain SMJ, Das SR, Allelopathic effects of different extracts of honeyweed (*Leonurus sibiricus*) on seeds germination and growthof some selected vegetables. *J Nat Prod* 2012; 5: 243-50

Santos, Marcell de Oliveira et al. Estimativa de incidência de câncer no Brasil, 2023-2025. *Revista Brasileira de Cancerologia*, v. 69, n. 1, 2023.

Seebode, Christina; Lehmann, Janin; Emmert, Steffen. Photocarcinogenesis and skin cancer prevention strategies. *Anticancer Research*, v. 36, n. 3, p. 1371-1378, 2016

Solano, Francisco. Photoprotection and skin pigmentation: Melanin-related molecules and some other new agents obtained from natural sources. *Molecules*, v. 25, n. 7, p. 1537, 2020.

Van Der Rhee, H. J.; DE Vries, Elisabeth; CoeberghO, Jan Willem. Regular sun exposure benefits health. *Medical Hypotheses*, v. 97, p. 34-37, 2016.

## ANEXO 1

# Annals of the Brazilian Academy of Sciences - Manuscript ID AABC-2024-0121 (Anais da Academia Brasileira de Ciências - Manuscrito ID AABC-2024-0121)



06-Fev-2024

Prezada Dra. Conceição:

Seu manuscrito intitulado "Avaliação fitoquímica e análise de fotoproteção solar de *Leonurus sibiricus* L." foi submetido on-line com sucesso e atualmente está sendo considerado para publicação nos Anais da Academia Brasileira de Ciências.

O ID do seu manuscrito é AABC-2024-0121.

Por favor mencione o ID do manuscrito acima em todas as correspondências futuras ou quando ligar para o escritório para tirar dúvidas. Se houver alguma alteração em seu endereço ou endereço de e-mail, faça login no ScholarOne Manuscripts em <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo> e edite suas informações de usuário conforme apropriado.

Você também pode visualizar o status do seu manuscrito a qualquer momento, verificando sua Central de Autores após fazer login em <https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo>.

Obrigado por submeter seu manuscrito aos Anais da Academia Brasileira de Ciências.

Sinceramente,  
Anais da Editoria da Academia Brasileira de Ciências



Responder Responder a todos Encaminhar

ANEXO 2

# DECLARAÇÃO

de aceite

Declaramos que o livro intitulado “**Fotoprotetores de origem natural: Pesquisa, desenvolvimento e inovações**”, de autoria de Wemerson Carlos da Conceição, Camilo Amaro de Carvalho e Marcelo Barcellos da Rosa, foi aceite para publicação pela Seven Publicações Ltda. CNPJ: 43.789.355/0001-14

São José dos Pinhais, Brasil, 23 de Fevereiro de 2024.

**Nathan Albano Valente**  
EDITOR DE REDAÇÃO

Seven Publicações Ltda. CNPJ: 43.789.355/0001-14  
R. Antonina - Cidade Jardim, São José dos Pinhais - PR, 83035-350