A Radiação Solar e a Fotoproteção

C Parizzi, C Bechuate de Souza Azevedo, L de Paula Sousa, L Rigo Gaspar
Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – USP, Ribeirão Preto SP

Este artigo traz uma revisão sobre a radiação solar e seus efeitos na pele, os mecanismos de proteção contra essa radiação e as principais classes de filtros solares, bem como metodologias para a avaliação da eficácia de fotoprotetores.

Este artículo proporciona una revisión de la radiación solar y sus efectos sobre la piel, mecanismos de protección contra esta radiación, principales clases de protectores solares, así como metodologias para evaluar la efectividad de los fotoprotectores.

This article provides a review of solar radiation and its effects on the skin, protection mechanisms against this radiation, main classes of UV filters, as well as methodologies for evaluating the efficacy of sunscreens.

A radiação solar consiste de radiação na região do espectro eletromagnético que contém o infravermelho, o visível e o ultravioleta (UV), sendo este último o mais relevante quando estudamos os efeitos do sol na pele.

A radiação UV corresponde à faixa de 100 a 400 nm e pode ser divida em três regiões: UVC (100 a 280 nm), UVB (280 a 320 nm) e UVA (320 a 400 nm). A UVA pode ser subdividida em UVA II (320 a 340 nm) e UVA I (340 a 400 nm). A radiação UVC é de alta energia e extremamente danosa para organismos vivos, mas não chega à superfície da terra, pois é totalmente absorvida pelos gases oxigênio e ozônio da estratosfera. A radiação UV que chega à superfície da terra é quase inteiramente composta de UVA (> 90%), já que boa parte da UVB também é absorvida pela camada de ozônio.[52]

A quantidade de radiação que chega à superfície terrestre pode ser influenciada por outros fatores, além de pela quantidade de ozônio, como a latitude, a altitude, o horário do dia e a estação do ano. Em relação à latitude, observa-se um aumento da quantidade de radiação UV ao aproximar-se da linha do Equador. Já em relação à altitude, os locais mais altos têm menor conteúdo de ozônio integrado na coluna atmosférica e, consequentemente, é maior a quantidade de energia UV que incide na superfície terrestre. De acordo com perfis teóricos de distribuição vertical, a quantidade de ozônio decresce em torno de 1% para cada quilômetro, provocando o aumento de cerca de 6 a 8% da energia UV incidente.[24] Em relação ao horário do dia, no verão, cerca de 20 a 30% da quantidade de radiação UV chega à Terra em torno do meio-dia (entre 11 h e 13 h), e cerca de 70 a 80% entre às 9 h e às 15 h.[24] Em relação às estações do ano, durante o verão os níveis de radiação UV são maiores que durante o inverno. Por fim, condições atmosféricas, como presença de nuvens e material particulado, também podem atenuar ligeiramente a radiação UV.[24]

Considerando todas essas características, para facilitar a comunicação à população sobre quais são os efeitos prejudiciais da exposição à radiação UV, foi desenvolvida, pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), em 1994, uma forma diferente de medir a intensidade de radiação na superfície da Terra: o índice UV. Esse índice representa o valor máximo diário da radiação UV no período de meio dia solar, em condição de céu claro.[24] Para isso, são considerados dados do espectro de ação eritêmica, espectro que relaciona um valor numérico de resposta biológica (eritema) e a radiação incidida. Essa radiação é mais relacionada à UVB, devido à sua característica de gerar eritema na pele.[27] O índice UV é apresentado como uma escala de números inteiros, como é mostrado na Figura 1. No site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), é possível acessar gráficos mostrando o índice UV e o índice UV atenuado por condições atmosféricas, nas diferentes regiões do Brasil.

Efeitos da Radiação Solar na Pele

A pele é uma barreira de proteção contra a radiação solar. Entretanto, a radiação UV consegue penetrar em algumas camadas da pele. A UVA é capaz de penetrar a epiderme e a derme. Já a UVB, mesmo sendo uma radiação de maior energia, não penetra tão profundamente na pele quanto a UVA, atingindo apenas a epiderme, como é apresentado na Figura 2. Isso ocorre devido à presença de diversos cromóforos na pele: moléculas capazes de interagir com a radiação UVB, por exemplo, as bases nitrogenadas, os aminoácidos aromáticos, o ácido urocânico, a melanina e seus precursores.

Esses cromóforos são considerados uma parte da proteção natural da pele contra a radiação, que será abordada posteriormente neste artigo.

A UVB é responsável pela formação de eritema na pele, o vermelhidão, podendo formar queimaduras com edemas e bolhas se houver exposição excessiva ao Sol.

Por interagir com bases nitrogenadas, a UVB pode levar à formação de dímeros de ciclobutano de pirimidina (bloqueadores da replicação e transcrição do material

Figura 1. Escala e classificação do índice UV

Adaptado de: http://tempo.folha.uol.com.br/iuv/

Figura 2. Penetração cutânea da radiação UV

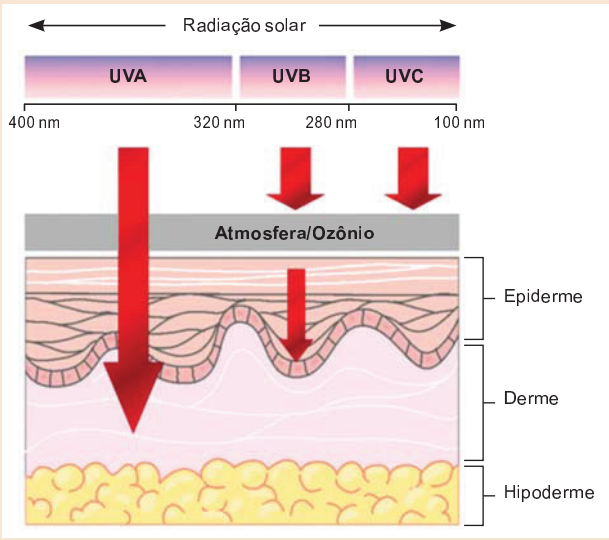

Figura adaptada da Referência 42

genético) e, assim, provocar mutações na molécula de DNA, podendo acarretar o aparecimento de câncer de pele.[19] Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA), o câncer de pele não melanoma (espino e basocelular) é o mais frequente e corresponde a 30% de todos os tumores registrados no Brasil. O câncer de pele tipo melanoma se origina nos melanócitos e é considerado o mais grave, devido às altas taxas de metástase, mas é o menos comum, representando apenas 3% das neoplasias da pele.[25]

Porém, a UVB também gera benefícios para o organismo, sendo essencial para a produção da vitamina D_3 (colecalciferol). A síntese da vitamina D_3 se inicia nas camadas profundas da epiderme, com a fotólise do 7-de-hidrocolesterol, que é transformado na pré-vitamina D_3, substância termoinstável que sofre isomerização, assumindo sua forma mais estável, a vitamina D_3, capaz de promover a regulação do metabolismo ósseo.[11]

A radiação UVA estimula a produção de melanina pelos melanócitos. Existem dois tipos de pigmentação: a pigmentação imediata e a pigmentação tardia. A pigmentação imediata inicia-se poucos minutos após a exposição solar e persiste por várias horas, por meio do processo de foto-oxidação de pigmentos já existentes na epiderme, que normalmente são precursores da melanina e não conferem proteção adequada contra a radiação UV. Já a pigmentação tardia tem início várias horas após a exposição solar e permanece por alguns dias. Apenas a pigmentação tardia é consequência da melanogênese (síntese de melanina), que aumenta o tamanho dos melanossomas, que migram da camada basal para a camada espinhosa, provocando o bronzeamento da pele.[26]

A UVA também pode gerar espécies reativas de oxigênio (ERO), como o oxigênio singleto, o radical hidroxila e o ânion superóxido, que podem desencadear reações de oxidação, danificar o DNA, prejudicar o sistema imunológico e promover efeitos de fotoenvelhecimento, afetando estruturas da pele, gerando rugas e flacidez.[52]

Estudos recentes têm mostrado que a luz visível de alta energia, na região das cores azul e violeta, próxima à região do UVA, também pode interagir com a pele, acarretando efeitos negativos. Essa radiação é capaz de gerar ERO na retina e na pele, promovendo o estresse oxidativo, danificar tecidos e causar hiperpigmentação. Filtros solares desenvolvidos para a proteção contra a radiação UV são ineficazes na proteção contra a luz visível.[33] Dessa forma, são necessárias novas estratégias para a complementação da fotoproteção. Essas estratégias também serão abordadas neste artigo.

A Pele e seus Fototipos

Na camada epidérmica da pele se encontram os melanócitos, células responsáveis pela produção de melanina. O aumento da produção de melanina ocorre devido ao mecanismo de fotoproteção dos melanócitos, que atua por meio de uma série de reações químicas, constituindo uma resposta de defesa da pele quando é irradiada.[1] No processo de formação desse pigmento são gerados dois tipos de melanina: a eumelanina, grupo homogêneo de pigmentos marrom-enegrecidos e insolúveis, e a feomelanina, grupo heterogêneo de pigmentos amarelo-avermelhados e solúveis em meio alcalino.[36] O indivíduo possui ainda outros pigmentos, como carotenoides (pigmentos exógenos) e hemoglobina (pigmento endógeno). Contudo, a coloração da pele e dos cabelos depende principalmente da natureza química, da concentração e da distribuição de melanina nos melanossomas (corpúsculos intracelulares que armazenam melanina). Com a exposição da pele à radiação, os melanossomas aumentam de tamanho e se agrupam ao redor do núcleo para proteger o material genético da célula.

O fototipo de pele se refere à classificação da pele de acordo com a suscetibilidade do indivíduo ao bronzeamento e às queimaduras solares quando é exposto à radiação. Esse modelo de classificação foi proposto por Thomas Fitzpatrick na década de 1970.[23] Fitzpatrick classificou a pele humana em seis fototipos, que variam do fototipo I (pele muito clara) ao fototipo VI (pele negra). Um dos fatores que determinam as diferentes colorações de pele é a concentração dos dois tipos de melanina, sendo que a eumelanina está presente em maior quantidade nos indivíduos

de pele morena e negra (fototipos IV a VI), protegendo a pele contra a formação de ERO. Já a feomelanina está presente em maior concentração nos indivíduos de pele clara (fototipos I a III), possuindo maior potencial para a produção de ERO.[29]

Mais recentemente, foi criado um método mais objetivo que utiliza alguns parâmetros colorimétricos para classificar a coloração da pele baseando-se no ângulo tipológico individual (individual typology angle - ITAº), composto de seis tons de pele que variam do muito claro ao muito escuro. Dessa forma, valores de ITAº acima de 55º indicam pele muito clara; valores entre 41º e 55º indicam pele clara; valores entre 28º e 41º indicam colocação intermediária; valores entre 10º e 28º indicam coloração média/bronzeada; valores entre -30º e 10º indicam tom moreno; e valores menores que -30º indicam pele negra. Além disso, existe uma correlação entre a cor da pele determinada pelo ITAº e o dano ao DNA induzido pela radiação UV, sendo que os maiores níveis de danos ocorrem na pele de cor mais clara.[10]

Métodos de Proteção contra a Radiação Solar

A pele tem alguns mecanismos de proteção natural contra a radiação solar. Um desses mecanismos é o espessamento da camada córnea e da epiderme viável, que consiste no aumento da divisão celular das células da camada basal, principalmente dos queratinócitos, e no aumento do processo de queratinização e desidratação para dificultar a penetração da radiação através da epiderme.[51]

A radiação solar pode provocar vários danos ao DNA, como a formação de dímeros de ciclobutano pirimidina e as ERO produzidas pela UVA, que levam à quebra de cadeias do DNA. Porém, apesar de a pele ter mecanismos enzimáticos de reparo do DNA, se houver muitos danos proporcionais ao tempo de exposição solar, poderão ocorrer falhas no reparo e isso poderá acarretar mutações que levam ao câncer de pele.[19]

O sistema antioxidante da pele se refere a um mecanismo de defesa do organismo que é capaz de inibir e/ou reduzir a quantidade de ERO produzidas pela radiação solar, por exemplo, e de prevenir os danos oxidativos e o envelhecimento precoce da pele. Os antioxidantes existentes no organismo são divididos em antioxidantes enzimáticos (como a catalase, o superóxido dismutase, a glutationa redutase e a glutationa peroxidase) e antioxidantes não enzimáticos (como o ácido ascórbico, a glutationa, o tocoferol e o ubiquinol).[9]

O ácido urocânico é o principal cromóforo que está presente no estrato córneo e absorve a radiação UV com um pico de absorção a 275 nm.

Esse ácido é formado a partir da histidina e sofre isomerização cis/trans quando é exposto à radiação UVB. É excretado pelo suor e é solúvel em água, constituindo um importante processo de defesa da pele contra a radiação.[22]

A melanina é capaz de absorver, dispersar ou refletir a radiação UV, assim a pigmentação da pele representa um mecanismo fundamental de sua proteção. Os dois tipos de melanina, a eumelanina e a feomelanina, estão presentes em concentrações diferentes em cada indivíduo, de acordo com a coloração de sua pele, e apresentam atividades distintas em relação à radiação. A eumelanina (presente em maior quantidade nos indivíduos de pele morena e negra) protege mais a pele contra a formação de ERO. Já a feomelanina (presente em maior quantidade nos indivíduos de pele clara) aumenta a produção de ERO e, desse modo, não oferece proteção contra a radiação solar. No entanto, todos os indivíduos, independentemente da cor de sua pele, estão sujeitos às agressões causadas pela radiação. Esses dois tipos de melanina são formados a partir da conversão de tirosina em DOPA pela tirosinase. Entretanto, na presença de cisteína nesse processo, há um desvio da rota biossintética de eumelanina para a produção da feomelanina. Substâncias ativas clareadoras presentes em formulações geralmente atuam na tirosinase, inibindo a formação da eumelanina (pigmento escuro, amarronzado) e levando à formação de feomelanina (pigmento claro, amarelado).[29] No caso dos indivíduos com albinismo (doença hereditária), eles não produzem melanina devido a uma falha na ação da enzima tirosinase ou à incapacidade de transportar a tirosina para o interior dos melanócitos. Desse modo, essas pessoas apresentam a pele, os cabelos e os olhos muito claros, sendo extremamente sensíveis à radiação solar.

Os mecanismos de proteção natural da pele contra a radiação solar muitas vezes não são suficientes para protegê-la

ou reparar o dano, devido à exposição intencional e excessiva ao Sol. Assim, torna-se necessário utilizar outros métodos para complementar essa proteção. De acordo com a Anvisa,[3] o protetor solar ou fotoprotetor corresponde a "qualquer preparação cosmética destinada a entrar em contato com a pele e lábios, com a finalidade exclusiva ou principal de protegê-los contra a radiação UVA e UVB, absorvendo, dispersando ou refletindo a radiação solar". Os fotoprotetores, quanto ao risco, são classificados pela Anvisa como produtos de grau 2, possuem em sua formulação filtros solares, substâncias que, quando são adicionadas aos produtos de proteção solar, têm a finalidade de filtrar certos raios UV, visando proteger a pele de alguns efeitos deletérios causados por esses raios.[4] A frequência do uso de fotoprotetores pelos brasileiros ainda é baixa. Entretanto, especialistas em consumo sinalizam para uma aceleração de determinadas tendências, que serão abordadas mais adiante, neste artigo.

O processo de aprovação de novos produtos fotoprotetores é bastante demorado e requer o cumprimento de várias exigências quanto à segurança e à eficácia. Alguns países são mais rigorosos nessa aprovação, como os Estados Unidos, onde os fotoprotetores são considerados produtos OTC (medicamentos de venda livre, sem prescrição médica). Vários ingredientes com ação de filtro solar são aprovados para utilização por diversos países. Atualmente, há 28 filtros solares permitidos na Austrália,[39] 16 nos Estados Unidos,[37] 27 na União Europeia[8] e 39 no Brasil.[4] Existem outras matérias-primas que são registradas como fotoestabilizadores (substâncias com capacidade de preservar o filtro solar da fotodegradação), porém não são consideradas filtros solares e, assim, não estão presentes nas listas de filtros permitidos para uso em fotoprotetores.

Associadas ao uso de fotoprotetores estão as peças de vestuário que contribuem para a proteção contra a radiação solar, como as roupas e os acessórios (chapéus, bonés e óculos de sol). Roupas de tecido de algodão proporcionam maior proteção da pele contra a radiação quando comparadas com as de tecido de poliéster. Essa proteção também depende da trama e da cor do tecido, pois essas características interferem na penetração e na absorção da radiação. Os acessórios também são importantes para a proteção contra a radiação solar, pois, além de auxiliarem na proteção da pele (face), os chapéus e os bonés protegem o couro cabeludo, e os óculos de sol protegem os olhos contra a catarata, causada por danos relacionados à radiação UV.[8] Uma questão a ser considerada é em relação à reflexão do meio. A neve e a areia refletem a radiação UVB incidente, sendo que a neve pode apresentar uma taxa de reflexão da radiação de 85%. Por isso, devemos usar fotoprotetores e peças do vestuário também na neve para nos proteger contra essa radiação indireta.[8]

Classificação dos Filtros Solares

De acordo com a composição e o mecanismo de ação, os filtros solares podem ser classificados em orgânicos e inorgânicos (Figura 3).

Filtros solares orgânicos

Os filtros orgânicos protegem a pele por meio da absorção da radiação UV. São constituídos de compostos aromáticos conjugados com grupos carbonila, duplas ligações conjugadas, e de grupos doadores e aceptores de elétrons, que absorvem fótons de alta energia advindos da radiação solar. Quando uma molécula de filtro solar orgânico absorve fótons, a energia pode excitar os elétrons a um nível energético mais alto, caracterizando uma "transição eletrônica". Ao voltar ao estado fundamental, de menor energia e mais estável, essa energia absorvida é dissipada por meio de processos radiativos, a partir da emissão de luz de menor energia pelos processos de fluorescência ou fosforescência, ou de processos não radiativos (perda de calor). Se não houver nenhuma degradação do filtro solar, ele pode absorver outros fótons e repetir o processo, protegendo a pele da radiação UV. Entretanto, caso a molécula não consiga dissipar a energia adquirida, pode sofrer processos de fotodegradação e mudança estrutural, perdendo sua função fotoprotetora.

Os filtros solares orgânicos podem ser divididos em diferen-

Figura 3. Mecanismo de ação dos filtros solares orgânicos e inorgânicos

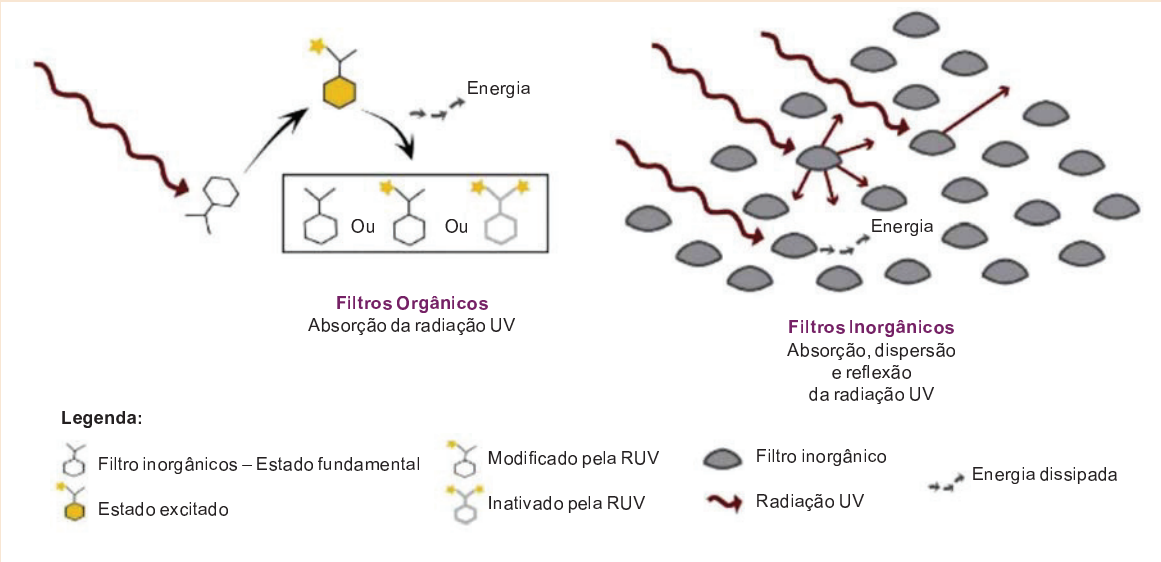

Figura adaptada da Referência 32

tes classes, conforme suas estruturas químicas. Essas classes são: aminobenzoatos, salicilatos, cinamatos, benzofenonas, derivados de cânfora, dibenzoilmetanos e moléculas de alta massa molecular.

Entre os aminobenzoatos, o ácido para-aminobenzoico (PABA) é um filtro orgânico UVB e foi um dos primeiros filtros solares aprovados pela Food and Drug Administration (FDA) e empregados em formulações fotoprotetoras. Essas moléculas apresentam um anel aromático dissubstituído na posição *para*, por um grupo doador de elétron amino (NR2) e um grupo aceptor de elétrons de ácido carboxílico (COOR), que permitem a deslocalização da nuvem de elétrons na molécula.[50] Entretanto, muitos estudos demonstram o alto potencial fotoalergênico do PABA e que esse ácido pode causar carcinogênese. Por esse motivo, o uso do PABA em fotoprotetores foi interrompido e o claim "livre de PABA/PABA-free" é usado até hoje.[38] Os salicilatos são moléculas que apresentam substituição na posição *orto* com um arranjo espacial, possibilitando que ocorram ligações de hidrogênio intramoleculares, as quais permitem que a molécula necessite de menor quantidade de energia (alto comprimento de onda) para absorver a radiação UV.[50] Os principais representantes da classe dos salicilatos são o salicilato de etil-hexila e o homossalato. Os cinamatos são moléculas que apresentam um anel aromático dissubstituído com um grupo doador de elétrons (OCH_3) e um grupo aceptor de elétrons (éster conjugado com dupla ligação). Isso permite a deslocalização eletrônica, tornando a molécula capaz de absorver na região de 310 nm.[50] As benzofenonas, ao contrário da maioria dos filtros solares, são cetonas aromáticas, ou seja, apresentam um grupamento cetona ligado ao anel aromático.[50] Os derivados de cânfora protegem contra a radiação UVB na região de 290-300 nm. Assim como os cinamatos, esses derivados se isomerizam, atingindo o equilíbrio entre a formação dos isômeros logo após a exposição à luz, e apresentam boa fotoestabilidade.[13] Entre as moléculas que apresentam alta massa molecular (mais do que 500 daltons), estão os derivados de triazina, o bemotrizinol [Tinosorb S (BASF)– 629 dalton] e a octiltriazona [Uvinul T 150 (BASF) – 823 dalton], cuja vantagem de seu uso é a diminuição da sua penetração na pele.[50] Os derivados de benzotriazóis são bons absorvedores UVB e UVA, com comprimento de onda máximo de absorção próximo de 305 nm, e são compostos heterocíclicos que contêm átomos de nitrogênio. Entre os cianoacrilatos, o octocrileno é o representante dessa classe.[7] Em relação aos dibenzoilmetanos, a avobenzona é o principal representante dessa classe.

Embora muitos filtros UVB estejam disponíveis no mercado, há poucas moléculas capazes de absorver radiação no espectro UVA, sendo a avobenzona o representante mais importante desses filtros, devido à sua habilidade de absorver radiação nas faixas UVA I e II.[30]

Filtros solares inorgânicos

Os filtros inorgânicos protegem a pele principalmente por meio da reflexão e da dispersão dos raios UV. Por serem filtros semicondutores, eles são capazes de absorver a radiação, promovendo uma transição de elétrons da banda de valência para a banda de condução, oferecendo eficácia na proteção contra as radiações UVA e UVB.[16,57]

Representados pelo óxido de zinco (ZnO) e pelo dióxido de titânio (TiO_2), os filtros inorgânicos apresentam baixo potencial de irritação e amplo espectro de proteção. Por isso, são recomendados para uso infantil e em peles sensíveis.[28]

Fatores como revestimento, tamanho de partícula e fase dispersante são importantes para o desenvolvimento de um fotoprotetor. Os revestimentos de partículas mais utilizados são silicone e alumínio, que contribuem para a diminuição da atividade fotocatalítica. Isso é esperado em uma formulação de protetor solar, já que os radicais livres produzidos nesse processo podem prejudicar a estabilidade do produto e causar danos à pele. Além disso, esses revestimentos reduzem a formação de aglomerados de partículas e auxiliam na dispersibilidade dos filtros solares.[28] O tamanho das partículas desses filtros deve ser planejado, pois quanto menor for seu tamanho, maior será a penetração cutânea e menor a proteção UVA, porém maior será a transparência da formulação aplicada à pele. Já as partículas com maior tamanho apresentam alta proteção contra UVA e UVB, mas há espalhamento da luz visível. De acordo com as recomendações da Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), as partículas de dióxido de titânio acima de 20 nm são consideradas seguras.[46] Já em relação ao óxido de zinco, os valores das partículas que penetraram

na pele são semelhantes aos valores endógenos.[47] Quanto à fase dispersante, os filtros solares podem ser comercializados pré-dispersos em óleos ou associados a polímeros, para aumentar a hidrorresistência dos fotoprotetores. Os pigmentos microfinos devem estar adequadamente dispersos no veículo para que haja melhor eficácia e melhor desempenho do produto, pois isso evitará que ocorra aglomeração de partículas.[16,57]

Associação de filtros solares

A combinação de filtros solares tem os intuitos de proporcionar proteção de amplo espectro, potencializar o FPS (fator de proteção solar), levar à obtenção de formulações finais com baixo potencial alergênico e de maior fotoestabilidade. Há várias indicações, na literatura técnica e científica, demonstrando associações de filtros solares sinérgicas e adequadas, mas também associações que não aumentam a eficácia do fotoprotetor e que podem prejudicar sua performance.[21] Os filtros solares orgânicos geralmente são utilizados em combinação, para que tenham alta proteção solar, sendo que a associação entre filtros orgânicos e inorgânicos também é uma boa opção para a obtenção de efeitos sinérgicos.[45]

É possível obter propostas de combinações de filtros por meio de um software on-line e gratuito, o *Sunscreen Simulator*, da BASF, que estima o FPS e a proteção UVA frente à indicação da concentração dos filtros solares proposta. Essa ferramenta é útil no início do desenvolvimento de fotoprotetores, para a seleção das associações mais adequadas à avaliação do FPS em seres humanos.

Fotoestabilidade

O conceito de fotoestabilidade tornou-se uma preocupação pertinente para a indústria cosmética apenas nas décadas de 1980 e 1990, ou seja, após a introdução da avobenzona no mercado. A avobenzona é um filtro solar fotolábil que, por muitos anos, foi considerado o único filtro solar de amplo espectro de proteção, inclusive na faixa da UVA I (de 340 a 400 nm). É fato conhecido que a avobenzona pode sofrer alteração quando é exposta à radiação UV e pode reagir com outros compostos. Assim, várias empresas e pesquisadores se empenharam em descobrir maneiras tanto para aumentar a fotoestabilidade da avobenzona quanto para substituí-la em formulações fotoprotetoras.

Avaliação da Eficácia de Fotoprotetores

A avaliação da eficácia de fotoprotetores envolve, principalmente, a avaliação da proteção contra a radiação UVB (FPS) e a radiação UVA (FPUVA).

Para a determinação da proteção UVB, um grupo de 10 a 20 voluntários de fototipos I a III são selecionados e submetidos a doses progressivas de radiação UV emitidas por uma fonte artificial de luz, denominada simulador solar de arco de xenônio. Essa luz artifial incide em áreas da pele não protegida e protegida pelo protetor solar em estudo, aplicado na quantidade de 2 mg/cm². Após cerca de 16 a 24 horas da exposição, é realizada a leitura da dose eritematosa mínima, ou seja, a menor dose de luz ultravioleta capaz de produzir eritema (FDA, 1999). O fator de proteção solar (FPS) é o valor obtido pela razão entre a dose eritematosa mínima da pele protegida com protetor solar (DEMp) e a dose eritematosa mínima na mesma pele, quando ela está desprotegida (DEMnp).

Segundo a Anvisa,[3] a determinação do FPS deve ser realizada seguindo-se unicamente os métodos *in vivo* estabelecidos por órgãos como a The European Cosmetic Toiletry and Perfumary Association (Colipa) e a Food and Drug Administration (FDA). Porém, a norma ISO 24444 para a determinação do FPS vem sendo adotada em quase 60 países e é muito semelhante à norma adotada pela FDA 2011. Essas duas normas são consideradas, no momento, os padrões-ouro em termos de avaliação de protetores solares.[40] Garzarella e Caswell (2013)[20] demonstraram que ambos os métodos, ISO e FDA, geram valores semelhantes de FPS.

Além do FPS, é possível calcular o fator de proteção UVA (FPUVA), que se refere ao valor obtido pela razão entre a dose mínima pigmentária em uma pele protegida por um protetor solar (DMPp) e a dose mínima pigmentária na mesma pele quando está desprotegida (DMPnp). Para a determinação da proteção UVA, utilizam-se outras metodologias, uma vez que o FPS está relacionado ao eritema e, consequentemente, à proteção UVB. Um desses métodos é a determinação da pigmentação persistente (persistent pigment darkening, PPD), que mede a pigmentação da pele de voluntários 2 horas após a irradiação por UVA e é o mais utilizado e recomendado por órgãos regulatórios.

Entretanto, esse teste apresenta uma desvantagem: a exposição do voluntário a altas doses de radiação UVA. O método Colipa Guideline *in vitro* Method, que calcula a o nível da proteção UVA e o comprimento de onda crítico pela transmitância *in vitro,* mas leva em consideração o FPS *in vivo* para estimar a proteção UVA *in vitro,* também é aceito pela Anvisa.[3]

Outros métodos *in vitro* e híbridos foram propostos para a substituição da avaliação do FPS e do FPUVA com testes em serem humanos, mas até o momento não foram aceitos. Entre eles, podem ser citados o método de transmitância *in vitro* e o de espectroscopia de reflectância difusa.[40]

Para a determinação da resistência dos fotoprotetores à água, utilizando a metodologia Colipa, é necessário, primeiramente, determinar o FPS estático na pele seca, e, posteriormente, determinar o FPS após a imersão em água. A avaliação da resistência à água é determinada por meio da razão entre o resultado obtido após a imersão e o obtido na pele seca (FPS estático). Em termos gerais, para um protetor solar ser considerado resistente à água, o valor do seu FPS médio após sua imersão em água deve ser, no mínimo, 50% do valor de seu FPS quando é aplicado na pele seca (Colipa, 2005). Já em relação à FDA, recomenda-se que um fotoprotetor com resistência à água seja rotulado com o FPS que tenha sido obtido após sua imersão (FDA, 1999).

A eficácia de um fotoprotetor é influenciada pela formulação cosmética, pois os componentes presentes na formulação podem interferir no aumento ou na redução do FPS. Ademais, a quantidade de fotoprotetor aplicada sobre a pele, a viscosidade e a uniformidade do filme formado e a boa solubilização ou dispersão dos filtros solares podem aumentar ou diminuir o FPS.

Na rotulagem do produto para proteção solar, é obrigatório indicar, de forma destacada, o número inteiro de proteção solar precedido da sigla "FPS" ou das palavras "Fator de Proteção Solar". Ademais, os protetores solares devem cumprir os seguintes requisitos: ter FPS 6, no mínimo; ter FPUVA cujo valor corresponda a, no mínimo, 1/3 do valor do FPS declarado na rotulagem; e ter comprimento de onda crítico mínimo de 370 nm. Além disso, a rotulagem dos protetores solares não deve apresentar alegações como garantir 100% de proteção contra a radiação UV ou efeito antissolar e que há possibilidade de não reaplicar o produto em

quaisquer circunstâncias, nem denominações que induzam o consumidor a acreditar que o produto garante uma proteção total ou o bloqueio da radiação solar.[3]

O fotoprotetor precisa ser aplicado corretamente para que a eficácia do produto seja garantida e para evitar problemas relacionados à pele. O FPS informado na rotulagem é alcançado, em relação à quantidade aplicada, utilizando-se 2 mg/cm², mas diversos estudos têm mostrado que a quantidade utilizada pelo consumidor é menor que a recomendada.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Dermatologia, a quantidade de fotoprotetor indicada para cada parte do corpo é: uma colher de chá do produto no rosto, no pescoço e na cabeça; uma colher de chá para a parte da frente do tronco e outra para a parte de trás; uma colher de chá para cada braço; e uma colher de chá para a parte da frente de cada perna e outra para a parte de trás de cada perna. Além disso, o fotoprotetor deve ser aplicado todos os dias, no mínimo 30 minutos antes da exposição solar, mesmo quando o tempo estiver nublado, pois os raios UVA atravessam as nuvens e a neblina. A reaplicação-padrão do fotoprotetor deve ser feita de 3 em 3 horas, e, em casos de transpiração excessiva, exposição solar prolongada ou após a pessoa sair da água, de 2 em 2 horas.

Bronzeadores

No Brasil, os bronzeadores são definidos pela RDC n.° 126, de 30/11/2016,[5] como "uma preparação cosmética destinada a entrar em contato com a pele, com a finalidade exclusiva ou principal de protegê-la contra a radiação UVB e UVA sem, contudo, impedir a ação escurecedora". Esses também devem atender à norma vigente no país para protetores solares.[3]

O bronzeador simulatório, segundo a RDC n.° 126, é "o cosmético que causa o escurecimento da pele, por aplicação externa, independentemente da exposição às radiações solares, dermatologicamente inócuo e isento de substâncias irritantes ou fotossensibilizantes". Esse tipo de produto contém principalmente a di-hidroxiacetona, que reage com os aminoácidos na pele, formando a melanoidina, um pigmento escuro.

Ainda segundo a RDC n.° 126, o ativador/acelerador de bronzeado é um produto "destinado a promover o escurecimento da pele por aplicação externa, dermatologicamente inócuo e isento de substâncias irritantes ou fotossensibilizantes". Esses ativadores ou aceleradores de bronzeamento contêm geralmente precursores de melanina que sofrem fotoxidação após a exposição solar.

A regularização desses produtos deve atender ao que está estabelecido na RDC n° 7/15, de 10/2/2015,[6] ou seja, produtos bronzeadores são sujeitos ao registro, enquanto os bronzeadores simulatórios e os ativadores/aceleradores de bronzeado são isentos de registro. Nas embalagens primária e secundária dos ativadores/aceleradores devem ter os dizeres "Este produto não é um protetor solar".

Tendências em Fotoprotetores e Filtros Solares

O mercado consumidor de produtos cosméticos está cada vez mais exigente e em busca de novas tecnologias que sejam atraentes para o uso no cotidiano e apresentem diversos benefícios. As empresas cosméticas vêm desenvolvendo grande quantidade de produtos visando atender às necessidades de todos os tipos de pele, incluindo as mais sensíveis e oleosas. Observam-se, como tendências, produtos de proteção solar que contenham texturas mais fluidas e leves, tenham sensorial agradável e toque seco-a-veludado, e proporcionem conforto no uso. Além dessas características, podem ser citadas: efeito mate prolongado, variedade de tons com diferentes níveis de cobertura (produtos com cor) e acabamentos aprimorados.[2]

A associação de filtros solares e substâncias ativas de cuidado com a pele, por exemplo, permitiu o surgimento de produtos inovadores, mais funcionais, eficazes e que se tornaram mais interessantes para o consumidor. Esses produtos, denominados multifuncionais, unem diferentes funções em um único produto devido à presença de substâncias ativas que protegem a pele contra a radiação solar, hidratam a pele, atuam no antienvelhecimento e na antipoluição, e tonificam a pele. Dessa forma, a tendência é que esses produtos apresentem cada vez mais benefícios ao consumidor, não somente ao público feminino, mas também ao masculino, que busca a praticidade e a funcionalidade dos produtos multifuncionais.

Uma das preocupações do brasileiro com seu próprio corpo é em relação aos cuidados da pele do rosto (especialmente quando esta é do tipo oleosa, característica que afeta grande parte da população brasileira). Isso leva esse consumidor a procurar um fotoprotetor ou outros produtos cosméticos que tenham toque suave, textura leve e não pegajosa, rápida absorção e controle do brilho de peles mistas e oleosas, e que evite o aparecimento da acne. Dessa forma, estão em evidência fotoprotetores na forma de géis-creme e séruns, com textura aquosa, mais fluida, com baixa viscosidade e que praticamente desaparecem quando são aplicadas sobre a pele, permitindo assim a aplicação posterior de maquiagem, e que possam ser utilizados no tratamento da oleosidade, sem favorecer o surgimento de espinhas e cravos.[2]

Não somente a radiação UV, como também a luz visível proveniente da radiação solar, de lâmpadas e equipamentos eletrônicos pode provocar danos à pele, como o aparecimento ou o agravamento de manchas, o envelhecimento cutâneo precoce e o eritema. A luz visível também gera grande quantidade de radicais livres na pele e induz a formação de mediadores inflamatórios.[31] Os pigmentos para colorir a pele presentes em produtos de proteção solar, como os óxidos de ferro, podem exercer um papel importante. Isso porque, além de corrigirem ou minimizarem imperfeições e realçarem a área superficial da pele, esses pigmentos podem auxiliar em sua proteção contra os danos causados pela luz visível (mais precisamente pela luz azul – a luz de maior energia), uma vez que eles formam uma barreira física contra a radiação.[48] Alguns fotoprotetores que já tinham cor passaram a apresentar uma variedade de tons disponíveis, sendo esta outra característica que está em destaque no mercado cosmético, devido à maior proteção, praticidade e, muitas vezes, dispensam o uso conjunto de maquiagem.

Para o consumidor brasileiro, o principal atributo do fotoprotetor é em relação ao valor do seu FPS, que deve ser acima de 50. Porém, com a utilização crescente de aparelhos eletrônicos que emitem luz azul, a demanda por fotoprotetores que também protejam contra essa radiação aumentou.[2]

Atualmente, tem sido debatido qual é o impacto ambiental de filtros solares orgânicos, visto que são considerados pseudo-persistentes no ambiente, devido à constante despejo, principalmente em ambientes marinhos.[55] Há estudos demonstrando que alguns filtros solares afetam animais aquáticos e outros indicando que há contaminação de arrecifes de corais por filtros solares.[14,43]

Esse debate ganhou grande visibilidade quando foi noticiado que o Havaí iria banir dois filtros: a benzofenona-3 e o metoxicinamato de octila. O motivo disso seria a proteção dos arrecifes de corais.[53] Entretanto, há outros fatores, como o efeito estufa e a poluição, que podem causar o branqueamento dos corais.[49,55]

Dessa forma, a procura por produtos de origem natural e que sejam biodegradáveis tem aumentado. Por exemplo, têm sido usados extratos vegetais e compostos de origem marinha que são capazes de absorver a radiação UV ou que apresentam atividade antioxidante para combater os radicais livres gerados pela radiação UV e visível, auxiliando na proteção contra os danos recorrentes.[35,44,53,56] No entanto, o desenvolvimento de produtos contendo essas substâncias naturais constitui um desafio e seu uso deve ser avaliado com cautela, pois devem existir dados que atestem sua segurança e eficácia.

Os cosméticos contendo substâncias ativas (pigmentos naturais, filtros orgânicos, silicones e antioxidantes) para a proteção solar dos cabelos e do couro cabeludo estão ganhando maior visibilidade. Isso porque a radiação pode gerar ERO e degradar a melanina, promovendo a quebra das ligações dissulfeto da cistina presente na queratina e danificando a fibra capilar, pois causa alterações em suas propriedades mecânicas (a resistência à ruptura e a elasticidade) e nas características de cor dos fios de cabelo. Assim, a radiação solar pode impactar os fios, deixando-os quebradiços, opacos e com mudanças na cor.[12]

Referências

1. Abdel-Malek Z, Kadekaro AL. Human Pigmentation: Its regulation by ultraviolet light and by endocrine, parocrine and autocrine factors. The pigmentary system. Oxford: Blackwell Publishing, 2006
2. Abihpec-Sebrae. Caderno de Tendências 2019-2020. *Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos.* São Paulo, 2019
3. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). On-line. *RDC Nº 30, 1° de junho de 2012.* Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0030_01_06_2012.html. Acesso: 6/8/2020
4. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). On-line. *RDC Nº 69, 23 de março de 2016.* Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22550300/do1-2016-03-24-resolucao-rdc-n-69-de-23-de-marco-de-2016-22550243. Acesso: 6/8/2020
5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). On-line. *RDC Nº 126, 30 de novembro de 2016.* Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3106665/RDC_126_2016_.pdf/b2265d29-4a8e-4ed2-a091-77166acee1a1. Acesso: 6/8/2020
6. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). On-line. *RDC Nº 7, 10 de fevereiro de 2015.* Disponível em: https://cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/201611/08140757-resolucao-rdc-n-7-de-10-de-fevereiro-de-2015.pdf. Acesso: 6/8/2020
7. Avenel-Audran M et al. Octocrylene, an emerging photoallergen. *Arch of Derm* **146**(7):753-757, 2010
8. Balogh T S et al. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. *An Brasil de Derm* **86**(4):732-742, 2011
9. Barbosa KBF et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. *Rev de Nutrição* **23**(4):629-643, 2010
10. Buster KJ, Ledet JJ. Photoprotection and skin of color. Principles and practice of photoprotection. *Adis Cham* 105-124, 2016.
11. Castro LCG. O sistema endocrinológico vitamina D. *Arq Brasil de Endo & Metabo* **55**(8):566-575, 2011
12. Dario MF, Baby AR, Velasco MVR. Effects of solar radiation on hair and photoprotection. *J of Photochem and Photobio* **153**:240-246, 2015
13. Deflandre A, Lang G. Photoisomerization of benzylidene camphor and derivatives. *Cosm & Toil* **103**(11):69-75, 1988
14. Downs CA et al. Toxicopathological effects of the sunscreen UV filter, oxybenzone (benzophenone-3), on coral planulae and cultured primary cells and its environmental contamination in Hawaii and the US Virgin Islands. *Arch of Envir Contam and Toxic* **70**(2):265-288, 2016
15. Fitzpatrick TB, Mosher DB. Pigmentação cutânea e distúrbios do metabolismo da melanina. In: Isselbacher KJ et al. *Medicina interna.* 9ª. ed, Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan, 1983
16. Flor J, Davolos MR, Correa MA. Protetores solares. *Química Nova* **30**(1):153-158, 2007
17. Food and Drug Administration (FDA). On-line. *Sunscreen drug products for over the counter human use: Final Monograph*. Federal Register, US, 1999. Disponível em: https://www.federalregister.gov/d/00-14212. Acesso em: 6/8/2020
18. Freitas JV et al. Antioxidant role on the protection of melanocytes against visible light-induced photodamage. *Free Rad Biol and Med* **131**:399-407, 2019
19. Friedberg EC et al. DNA repair and mutagenesis. American Society for Microbiology (ASM Press), 2006. ISBN-10: 1555813194
20. Garzarella K, Caswell M. Disparate SPF testing methodologies generate similar SPFs. *J of Cosm Sci* **64**(4):297-307, 2013.
21. Gaspar LR, Maia Campos PMBG. Evaluation of the photostability of different UV filter combinations in a sunscreen. Int J of Pharm 307(2):123-128, 2006
22. Gibbs NK, Norval M. Urocanic acid in the skin: a mixed blessing? J of Invest Derm 131(1):14-17, 2011
23. Gupta V, Sharma VK. Skin typing: Fitzpatrick grading and others. Clin in Derm 37(5):430-436, 2019
24. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: http://www.inpe.br/. Acesso em: 30/7/2020
25. Instituto Nacional do Câncer (INCA). Disponível em: https://www.inca.gov.br/. Acesso em: 30/7/2020
26. Junqueira LC, Carneiro J. Histologia Básica. Rio de Janeiro: Guanabara, 2013
27. Kirchhoff VWJH et al. A variação sazonal da radiação ultravioleta solar biologicamente ativa. Braz J of Geophysics 18(1):63-74, 2018
28. Kockler J et al. Photostability of sunscreens. Journal of Photochemistry and Photobiology C. Photochem Rev 13(1):91-110, 2012
29. Lambert MW. et al. The physiology of melanin deposition in health and disease. Clin in Derm 37:402–417, 2019
30. Lhiaubet-vallet V et al. Filter–filter interactions. Photostabilization, triplet quenching and reactivity with singlet oxygen. Photoch & Photobio Sci 9(4):552-558, 2010
31. Liebel F et al. Irradiation of skin with visible light induces reactive oxygen species and matrix-degrading enzymes. J of Invest Derm 132(7):1901-1907, 2012
32. Mancebo SE, Hu JY, Wang SQ. Sunscreens: a review of health benefits, regulations, and controversies. Dermat Clin 32(3):427-438, 2014
33. Mann T et al. High□energy visible light at ambient doses and intensities induces oxidative stress of skin—Protective effects of the antioxidant and Nrf2 inducer Licochalcone A in vitro and in vivo. Photodermat, Photoimmun & Photomed 36(2):135-144, 2020
34. Matts PJ et al. The Colipa in vitro UVA method: a standard and reproducible measure of sunscreen UVA protection. Intern J of Cosm Sci 32(1):35-46, 2010
35. Morocho-Jácome AL et al. On-line. In vivo SPF from multifunctional sunscreen systems developed with natural compounds - A review. J Cosmet Dermatol. 2020. Doi: 10.1111/jocd.13609. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jocd.13609. Acesso em: 6/8/2020
36. Mota JP, Barja PR. On-line. *Classificação de fototipos de pele: Análise fotoacústica versus análise clínica.* Univap/IP&D/FASBio, 2002. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2006/epg/03/EPG00000385-ok.pdf. Acesso em: 6/8/2020
37. Narla S, Lim HW. Sunscreen: FDA regulation, and environmental and health impact. *Photoch & Photobio Sci* **19**(1):66-70, 2020
38. Nash JF. Human Safety and Efficacy of Ultraviolet Filters and Sunscreen Products. *Dermatol Clin* **24**:35–51, 2006
39. O'Malley E et al. Annual release of selected UV filters via effluent from wastewater treatment plants in Australia. *Chemosphere*, 2020. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31978656/. Acesso em: 6/8/2020
40. Osterwalder U, Uhlig S, Volhardt J. Métodos Alternativos para Teste de FPS. *Cosm & Toil Brasil* 32(3): 23-30, 2020. Disponível em: http://cosmeticsonline.com.br/2011/revista_digital/cosmetics/2020-03/. Acesso em: 6/8/2020
41. Padera F, Shelton CT. On-line. *Sunscreen testing according to Colipa 2011/FDA Final Rule 2011 using UV/Vis Lambda spectrophotometers*, 2013. Disponível em: https://www.perkinelmer.com/lab-solutions/resources/docs/APP_011499_01_Sunscreen_Testing_According_to_COLIPA_2011_FDA_Final_Rule_2011_using_UV_Vis_LAMBDA_Spectrophotometers.pdf. Acesso em: 6/8/2020
42. Pérez-Sánchez A et al. Nutraceuticals for skin care: A comprehensive

review of human clinical studies. *Nutrients* **10**(4):403, 2018
43. Ramos S et al. A review of organic UV-filters in wastewater treatment plants. *Environ Intern* **86**:24–44, 2016
44. Rangel KC, Villela LZ, Pereira KC, Colepicolo P, Debonsi HM, Gaspar LR. On-line. Assessment of the photoprotective potential and toxicity of Antarctic red macroalgae extracts from *Curdiea racovitzae and Iridaea cordata* for cosmetic use. *Algal Res* 50, 2020. Doi: 10.1016/j.algal.2020.101984. Disponível em: https://www.x-mol.com/paper/1278793648549081088. Acesso em: 6/8/2020
45. Salgado C, Galante MC, Leonardi GR. Filtros solares: Mecanismos de ação e metodologias em preparações magistrais. *Int J of Pharm Comp* **6**(4):224-236, 2004
46. Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS). On-line. *Opinion on Zinc oxide* (Nano Form) Colipa S 76. Brussels. Disponível em: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_103.pdf. Acesso em: 8/6/2020
47. Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS). On-line. *Opinion on Titanium Dioxide (nano form) coated with Cetyl Phosphate, Manganese Dioxide or Triethoxycaprylylsilane as UV-filter in dermally applied cosmetic.* Disponível em: https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_202.pdf. Acesso em 6/8/2020
48. Schalka S et al. Proteção oferecida por fotoprotetores contra luz visível - uma proposta de avaliação. *Surg & Cosm Derm* **4**(1):45-52, 2012
49. Schneider SL, Lim HW. Review of environmental effects of oxybenzone and other sunscreen active ingredients. *J Amer Acad of Derm* **80**(1):266-271, 2019
50. Shaath NA. Ultraviolet filters. *Photoch & Photobio Sci* **9**(4):464-469, 2010 Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). On-line. *Qual a quantidade ideal de protetor solar?* Disponível em: https://www.sbd-sp.org.br/geral/qual-a-quantidade-ideal-de-protetor-solar/. Acesso em: 6/8/2020
51. Stiefel C, Schwack W. Photoprotection in changing times–UV filter efficacy and safety, sensitization processes and regulatory aspects. *Inter J of Cosm Sci* **37**(1):2-30, 2015
52. Svobodová A et al. Natural phenolics in the prevention of UV-induced skin damage. A review. *Biomed Pap* **147**(2):137-145, 2003
53. Tavares RSN et al. Fucoxanthin for Topical Administration, a Phototoxic vs. Photoprotective Potential in a Tiered Strategy Assessed by In Vitro Methods. *Antioxidants* **9**(4):328, 2020.
54. The European Cosmetic and Perfumery Association (Colipa). On-line. *Guidelines for evaluating sun product water resistance, 2005*. Disponível em: https://www.cosmeticseurope.eu/files/7914/6407/7400/Guidelines_for_Evaluating_Sun_Product_Water_Resistance_-_2005.pdf. Acesso em: 6/8/2020
55. Tsui MMP et al. Occurrence, distribution, and fate of organic UV filters in coral communities. *Environ Sci & Tech* **51**(8):4182-4190, 2017
56. Yamaguchi KKL et al. Avaliação in vitro da Atividade Fotoprotetora de Resíduos de Frutas Amazônicas. *Scientia Amazonia* **5**(1):109-116, 2016
57. Zhang J et al. New understanding of the difference of photocatalytic activity among anatase, rutile and brookite TiO2. *Phys Chem Chem Phys* **16**(38):20382–20386, 2014

Camila Parizzi é bacharel em Química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP-USP). Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da FCFRP-USP na área de concentração Medicamentos e Cosméticos.
Clarissa Bechuate de Souza Azevedo é Farmacêutica-Bioquímica pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP-USP). Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da FCFRP-USP na área de concentração Medicamentos e Cosméticos.
Louise de Paula Sousa é graduanda em Farmácia pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP-USP). Faz Iniciação Científica na área de Tecnologia de Cosméticos na FCFRP-USP
Lorena Rigo Gaspar é farmacêutica, com mestrado e doutorado pela Universidade de São Paulo e estágio de pós-doutorado no ZEBET (National Centre for Documentation and Evaluation of Alternative Methods to Animal Experiments), em Berlim, Alemanha. É professora associada de Cosmetologia na Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto - USP.

Testes de eficácia e de suporte para claims

Você recebe a tarefa, nós oferecemos os instrumentos

Multiprobe Adapter System – MPA

Hidratação → Corneometer®
Clareamento da pele → Mexameter®
Função barreira → Tewameter®
Anti-envelhecimento → Cutometer®
Elasticidade → Skin-pH-Meter
Homogeneidade → Skin-Colorimeter
Redução de sebo → Sebumeter®
Radiância → Skin-Glossymeter

TECNOTESTS
Distribuidor exclusivo no Brasil: **Tecnotests Produtos e Serviços Ltda.**
Rua Álvaro de Menezes 74 – sala 1– 04007-020 – São Paulo – SP
(11) 3884-8756 | tecnotests@tecnotests.com.br | www.tecnotets.com.br