

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG**  
**CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**  
**MARIANA SILVA E OLIVEIRA**

**ANÁLISE DA INCIDÊNCIA DE FILTROS ORGÂNICOS UTILIZADOS NAS  
FORMULAÇÕES DE PROTETORES SOLARES**

**FORMIGA - MG**

**2019**

MARIANA SILVA E OLIVEIRA

ANÁLISE DA INCIDÊNCIA DE FILTROS ORGÂNICOS UTILIZADOS NAS  
FORMULAÇÕES DE PROTETORES SOLARES

Trabalho de conclusão do curso apresentado ao curso de Engenharia Química do UNIFOR-MG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Química.  
Orientador: Prof. M.e Antônio José dos Santos Júnior.

FORMIGA - MG

2019

MARIANA SILVA E OLIVEIRA

ANÁLISE DA INCIDÊNCIA DE FILTROS ORGÂNICOS UTILIZADOS NAS  
FORMULAÇÕES DE PROTETORES SOLARES

Trabalho de conclusão do curso  
apresentado ao curso de Engenharia  
Química do UNIFOR-MG, como requisito  
parcial para obtenção do título de  
bacharel em Engenharia Química.

BANCA EXAMINADORA

*Antônio José dos Santos Júnior*

---

Prof. M.e Antônio José dos Santos Júnior

Orientador

*Rosiene Pimenta*

---

Prof<sup>a</sup>. Rosiene Gonzaga de Jesus Pimenta

UNIFOR – MG

*Emerson Paulino dos Reis*

---

Prof. M.e Emerson Paulino dos Reis

UNIFOR - MG

Formiga, 07 de novembro de 2019.

A Deus. Aos meus pais. Às minhas irmãs.  
Aos meus familiares e amigos. A todos  
que me incentivaram neste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre estar sempre presente em minha vida, iluminando o meu caminho.

Aos meus pais, Rosimar e Eni, por todo incentivo, amor incondicional e por nunca terem medido esforços para que eu chegasse até aqui.

As minhas irmãs, Maria Clara e Vanessa, por todo carinho e cumplicidade.

Ao Nathan, pelo apoio e incentivo constante.

Aos meus colegas de sala pelo companheirismo, em especial as minhas amigas, por todos os momentos compartilhados nesta trajetória.

Ao meu orientador, Antônio, por todo conhecimento transmitindo e auxílio para a realização deste trabalho.

Aos mestres do curso de Engenharia Química por todo os ensinamentos e preparo para os desafios futuros.

Minha eterna gratidão a todos que fizeram parte desta fase da minha vida e contribuíram para a concretização deste trabalho.

## RESUMO

O mercado cosmético desenvolveu-se progressivamente até o momento, apresentando uma ampla variedade de produtos, sendo dividido em diversas categorias, dentro das quais se incluem os protetores solares. Os protetores solares são essencialmente necessários no dia a dia, sendo eficazes na proteção contra queimaduras solares. São compostos por substâncias que podem bloquear ou absorver a radiação ultravioleta. Estas substâncias são denominadas filtros orgânicos e filtros inorgânicos. Este trabalho possui como objetivo analisar as embalagens de protetores solares com fatores de proteção solar 30 e 50 vendidos nacionalmente e internacionalmente visando avaliar a incidência de filtros orgânicos e inorgânicos utilizados em suas formulações. As análises foram realizadas a partir das listas de filtros solares aprovados pelo Ministério da Saúde brasileiro e o Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos. A partir das análises pôde-se perceber que alguns filtros orgânicos presentes nas formulações podem ser prejudiciais à saúde, como o octocrileno, avobenzona e oxibenzona, pois apresentaram efeito tóxico a partir de estudos. Verificou-se ainda que o filtro orgânico com maior incidência foi o octocrileno, enquanto o único filtro inorgânico identificado foi o dióxido de titânio. Novos filtros orgânicos também foram apresentados, como os derivados de triazina.

Palavras-chave: Protetores Solares. Filtros Orgânicos. Toxicidade.

## **ABSTRACT**

The cosmetic market has progressively developed so far, featuring a wide variety of products, and is divided into several categories, including sunscreens. Sunscreens are essentially needed on a daily basis and are effective in protecting against sunburn. They are composed of substances that can block or absorb ultraviolet radiation. These substances are called organic filters and inorganic filters. This paper aims to analyze the sunscreen packaging with sunscreen factors 30 and 50 sold nationally and internationally aiming to evaluate the incidence of organic and inorganic filters used in their formulations. The analyzes were performed from the sunscreen lists approved by the Brazilian Ministry of Health and the US Department of Health and Human Services. From the analysis it was possible to realize that some organic filters present in the formulations can be harmful to health, such as octocrylene, avobenzone and oxybenzone, as they showed toxic effect from studies. It was also verified that the organic filter with higher incidence was octocrene, while the only identified inorganic filter was titanium dioxide. New organic filters were also presented, such as triazine derivatives.

Keywords: Solar Protectors. Organic filters. Toxicity

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Posição do Brasil no mercado consumidor mundial de cosméticos.....	19
Figura 2 - Comparação entre filtros orgânicos e inorgânicos .....	21
Figura 3 - Fórmula estrutural da benzofenona .....	22
Figura 4 - Fórmula estrutural do PABA .....	22
Figura 5 - Fórmula estrutural dos salicilatos.....	22
Figura 6 - Fórmula estrutural dos cinamatos .....	23
Figura 7 - Espectro Eletromagnético .....	28
Figura 8 - Porcentagem de penetração da radiação ultravioleta .....	29
Figura 9 - Metabolismo da vitamina D.....	30
Figura 10 - Representação espacial das taxas brutas de incidência por 100 mil homens e mulheres, estimadas para o ano de 2018, segundo Unidade da Federação (melanoma maligno da pele).....	31
Figura 11 - Fórmula estrutural octocrileno.....	35
Figura 12 - Fórmula estrutural avobenzona .....	36
Figura 13 - Fórmula estrutural DHHB.....	37
Figura 14 - Fórmula estrutural octissalato .....	38
Figura 15 - Fórmula estrutural bemotrizinol.....	38
Figura 16 - Fórmula estrutural dióxido de titânio .....	39
Figura 17 - Fórmula estrutural dos novos fotoprotetores derivados da triazina (a) Bisetilhexiloxifenol metoxifenil triazina (b) Etilhexil triazona.....	40
Figura 18 - Fórmula estrutural tris-bifenil-triazina .....	41



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Presença de filtros orgânicos FPS 30.....	34
Gráfico 2 - Presença de filtros orgânicos FPS 50.....	37

## **LISTA DE TABELAS E QUADROS**

Tabela 1 - Filtros solares aprovados pela FDA e espectro de proteção .....	24
Tabela 2 - Filtros solares aprovados pela ANVISA em produtos HPPC.....	25
Quadro 1 - Designação de Categoria de Proteção relativa à proteção oferecida pelo produto contra radiação UVB e UVA para a rotulagem dos Protetores Solares.....	26

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABIHPEC	Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DCP	Designação de Categoria de Proteção
DHHB	Dietilamino Hidroxibenzoil Hexil Benzoato
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FPS	Fator de proteção solar
HOMO	Orbital Molecular Constituído de Alta Energia
HPPC	Higiene pessoal, perfumaria e cosméticos
INCA	Instituto Nacional de Câncer
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IV	Radiação infravermelho
LUMO	Orbital molecular vazio de baixa energia
MDE	Mínima dose eritemática
PABA	Ácido 4-aminobenzóico
RDC	Resolução da diretoria colegiada
TiO <sub>2</sub>	Dióxido de titânio
UV	Radiação ultra violeta
UV A	Radiação ultra violeta A
UV B	Radiação ultra violeta B
UV C	Radiação ultra violeta C
ZnO	Óxido de zinco

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Cosméticos .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.1</b>	<b>A história dos cosméticos .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Mercado.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>Protetores solares .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Filtros orgânicos.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Filtros inorgânicos .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Formulações .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2.4</b>	<b>Rotulagem .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3</b>	<b>Fator de proteção solar (FPS).....</b>	<b>27</b>
<b>4.4</b>	<b>Radiações Solares.....</b>	<b>27</b>
<b>4.5</b>	<b>Prejuízos gerados pela radiação UV na saúde do homem .....</b>	<b>30</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Radiação UVA .....</b>	<b>31</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Radiação UVB .....</b>	<b>32</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Radiação UVC .....</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>6.1</b>	<b>Filtros orgânicos nos protetores solares com FPS 30.....</b>	<b>34</b>
<b>6.2</b>	<b>Filtros orgânicos nos protetores solares com FPS 50.....</b>	<b>37</b>
<b>6.3</b>	<b>Filtros solares inorgânicos nos protetores solares .....</b>	<b>39</b>
<b>6.4</b>	<b>Novos filtros orgânicos.....</b>	<b>39</b>

<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mercado de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos apresenta uma ampla lista de produtos, cada qual concebido para sobrelevar e atender as mais diversas categorias de necessidades e cobiça, de diversos públicos. A beleza está associada à atenção com o corpo, demandando das pessoas uma maior aquisição de produtos cosméticos, desde a higiene primordial, até produtos particulares. Esse consumo ressaltado possibilita um crescimento do comércio de cosméticos e perfumaria (RECKZIEGEL, 2017).

O setor de cosméticos é classificado com a finalidade de uso de seus principais produtos. Sendo assim, estão entre os cosméticos mercadorias designadas à aplicação no corpo humano para higienização, embelezamento ou para modificar a aparência sem alterar a sua natureza (GARCIA, 2005).

O uso de cosméticos acontece há cerca de 30.000 anos, e desde a antiguidade até o momento, estes produtos já passaram por diversos progressos. O mercado cosmético é bastante diversificado, classificado em inúmeras categorias.

Segundo dados da ABIHPEC, Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, atualmente o Brasil ocupa a 4º posição no Top 10 do Mercado Consumidor e a 3ª posição em protetores solares em classificação por categoria (ABIHPEC, 2019).

A categoria de proteção solar foi uma das que mais cresceram ao longo dos anos no Brasil, visto que houve conscientização do público associado à preservação da pele referente aos danos provocados pela radiação solar (SARTOR, 2016).

Os protetores solares são eficazes na proteção contra queimadura solares, sendo constituídos por substâncias que podem bloquear ou absorver a radiação ultravioleta. Estas substâncias são denominadas por filtros solares orgânicos e inorgânicos.

Este trabalho buscou analisar a composição informada na embalagem de protetores solares comercializados nacionalmente e internacionalmente, buscando investigar os filtros orgânicos e inorgânicos em suas formulações, a fim de verificar a presença de filtros nocivos à saúde e estudar novos filtros a serem utilizados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar estudo sobre filtros orgânicos e inorgânicos utilizados em protetores solares.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar a função dos filtros orgânicos e os diferentes tipos na produção de protetores solares;
- Analisar em 20 protetores solares com fatores de proteção solar 30 e 50, nacionais e internacionais, a incidência de filtros orgânicos e inorgânicos nas formulações, a fim de investigar os mais presentes e se há ocorrência de compostos comprovadamente nocivos;
- Apresentar estudos que mostram novos filtros orgânicos com potencial para serem utilizados na produção de protetores solares.

### 3 JUSTIFICATIVA

Ao longo dos anos, os consumidores estão se conscientizando sobre o risco do excesso de exposição solar, e com isso, o uso do protetor solar tem crescido, mostrando-se essencial no dia a dia. A proteção solar evita que a radiação ultravioleta penetre na pele provocando o fotoenvelhecimento e danos severos no futuro. O protetor solar é constituído por substâncias denominadas filtros solares, que são capacitados para reduzir e/ou bloquear a radiação ultravioleta, podendo ser divididos em orgânicos e inorgânicos. Tendo-se em vista a diversidade de filtros orgânicos disponíveis e o fato de alguns serem reconhecidamente nocivos à saúde humana, faz-se necessária uma análise de protetores solares buscando quais filtros são utilizados em marcas comercializadas nacionalmente e internacionalmente e se estes filtros podem ser prejudiciais ao ser humano. Estudos como este são imprescindíveis para a indústria de cosméticos, que deve buscar formulações de protetores solares que contenham filtros orgânicos e inorgânicos eficazes contra a radiação solar, fotoestáveis e não fototóxicos.



## **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 Cosméticos**

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2015), cosméticos são produtos que podem ser obtidos a partir de substâncias sintéticas ou naturais, sendo fabricados com a finalidade de embelezamento, odorização, limpeza e proteção de inúmeras partes do corpo, sendo de uso externo. Os cosméticos podem ser classificados de acordo com suas propriedades, sendo divididos em (ANVISA, 2015):

- Grau 1: caracterizam-se por apresentar propriedades essenciais, que não requisitam especificações referentes ao modo de usar e limitações de uso;
- Grau 2: caracterizam-se por apresentar propriedades específicas, requisitando comprovação de segurança e/ou efeito, com o conhecimento referente a informações e ao modo e limitações do uso.

O cosmético possui como função atuar no corpo humano de modo a evitar a sua deterioração e recompor a sua estabilidade fisiológica, quando o próprio estiver submetido a uma perturbação. O cosmético deve higienizar, reparar, preservar e decorar a pele (BARATA, 2003).

#### **4.1.1 A história dos cosméticos**

O uso dos cosméticos acontece há aproximadamente 30.000 anos, dado que os homens pré-históricos decoravam suas cavernas e seus corpos em rituais e faziam o uso de produtos em celebrações religiosas, utilizando perfumes através de incensos perfumados (LEONARDI, 2008).

No entanto, por meio de relatos, sabe-se que os egípcios foram os primeiros a desfrutarem dos cosméticos. Cleópatra usava o leite de cabra para se banhar, a fim de obter uma pele suave e macia e assim incorporou a marca da beleza infinita. Já na era Grega, Hipócrates, o pai da medicina, orientava a população sobre higiene, banhos e a relevância de atividades físicas e ar puro. Na era Romana, Claudius Galen efetuava a sua pesquisa com cosméticos, elaborando um produto composto por cera de abelha e bórax (LEONARDI, 2008).

No século XX, com a liberdade das mulheres das responsabilidades domésticas, os cosméticos se tornaram produtos industriais, sendo adquiridos ao

invés de serem feitos em casa. Entretanto, os cosméticos se popularizaram com os meios de comunicação, se expandindo comercialmente e evoluindo ao longo dos anos (LEONARDI, 2008).

No Brasil, os indígenas descobriram as vantagens das plantas amazônicas e as índias buscavam a natureza para tratar da beleza. Por volta de 1950, chegaram ao país as empresas Avon e L'Oréal, trazendo novidades para todos os públicos (GOMES; DAMAZIO, 2009).

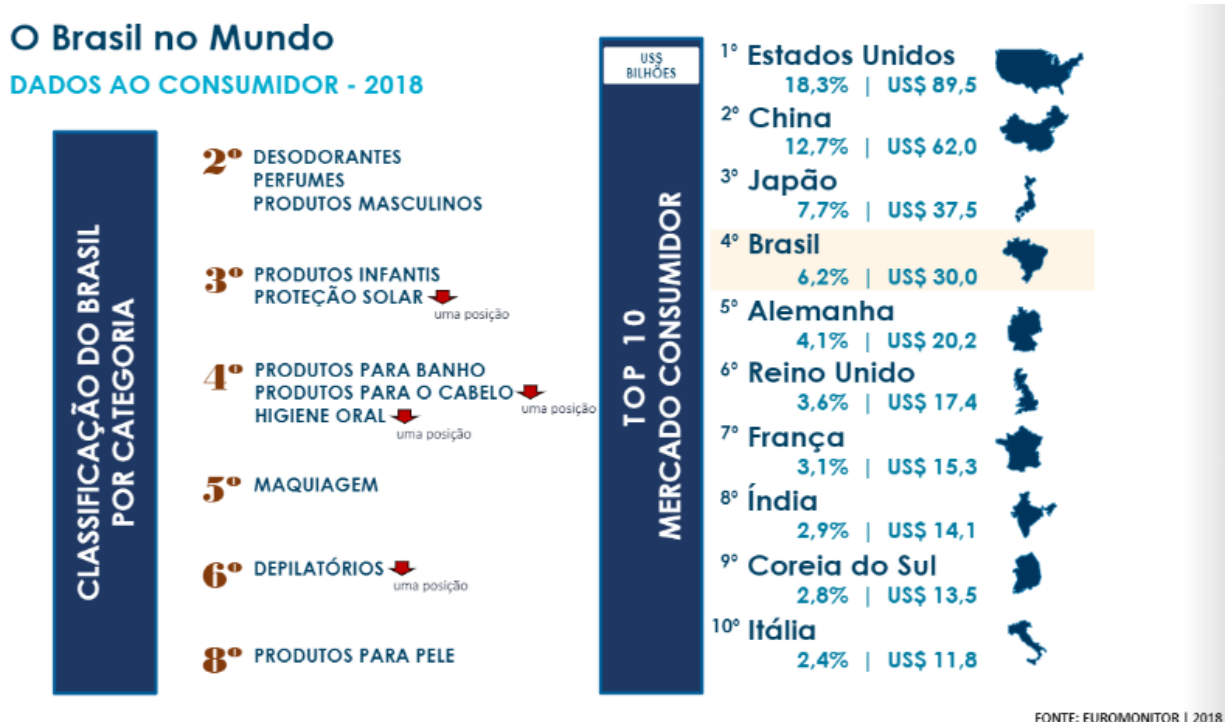
Em 1969 Luiz Seabra fundou a Indústria e Comércio de Cosméticos Berjeaut, em São Paulo e meses depois a empresa passou a se denominar Natura (NATURA, 2019). Em seguida, em 1977, Miguel Krigsner fundou O Boticário, uma farmácia de manipulação voltada para medicação dermatológica. No entanto, ao perceber que grande parte dos consumidores eram o público feminino, Miguel desenvolveu cremes faciais a base de algas marinhas e colágeno, mudando o rumo dos negócios (O BOTICÁRIO, 2019).

#### **4.1.2 Mercado de cosméticos**

O mercado de cosméticos e beleza possui como objetivo conceder bem estar, certificando resultados e assim assegurando qualidade de vida (PEREIRA, 2013). O comércio brasileiro destes produtos está entre os mais significativos do mundo, representando uma população vaidosa que passou a considerar produtos cosméticos como fundamentais (BNDES, 2007).

Segundo dados da ABIHPEC (2018), o Brasil é o quarto maior mercado de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosmético (HPPC) e o terceiro de protetores solares de acordo com a classificação por categoria (FIG. 1).

Figura 1 - Posição do Brasil no mercado consumidor mundial de cosméticos



Fonte: ABIHPEC In EUROMITOR, 2018.

Ao longo dos anos, o comércio de HPPC vem se expandindo cada vez mais e conquistando não apenas o público feminino. Segundo SEBRAE (2015) a frequência do público masculino nos salões vem evoluindo ao longo dos anos. Os homens estão buscando diversos serviços especializados como procedimentos estéticos e redução de medidas abdominais.

Atualmente, certos consumidores estão priorizando com frequência cosméticos de origens naturais e orgânicos. Este público aborda questões como saúde e sustentabilidade, como a beleza sem crueldades, tópicos que ultimamente têm sido uma constante preocupação (FLOR; MAZIN; FERREIRA, 2019).

No Brasil, assim como em outros países, não existe um regulamento oficial para estes produtos, pois são um conteúdo moderadamente atual. Portanto, existe um longo caminho no desenvolvimento desses produtos conforme a demanda. Tanto os provedores de matéria-prima quanto os fabricantes devem estar coordenados para atenderem à expectativa dessa categoria de consumidores (FLOR; MAZIN; FERREIRA, 2019).

## 4.2 Protetores solares

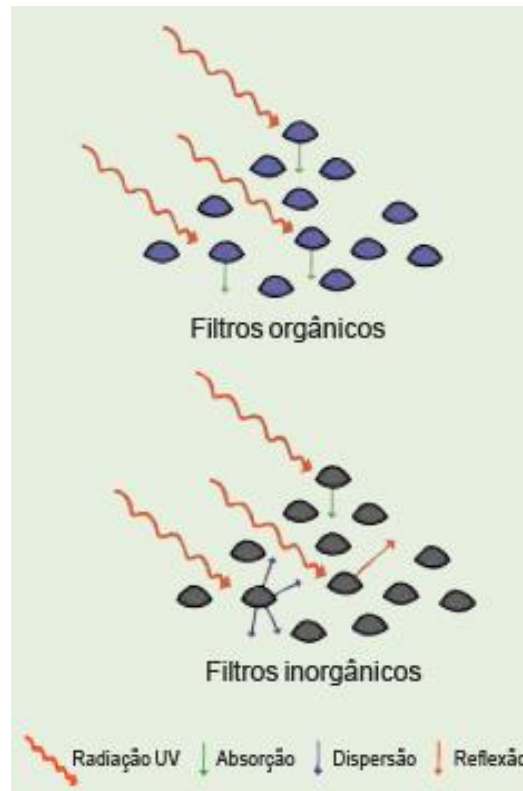
De acordo com a resolução da ANVISA (2012), o protetor solar é definido por “qualquer preparação cosmética destinada a entrar em contato com a pele e lábios, com a finalidade exclusiva ou principal de protegê-la contra a radiação ultravioleta B (UVB) e ultravioleta A (UVA), absorvendo, dispersando ou refletindo a radiação”. Para Araujo e Souza (2008), estes produtos são qualificados para a diminuição da quantidade de radiação ultravioleta (UV) que atinge a epiderme por absorção e/ou reflexão desse raio.

Desde o Egito Antigo existiam diversas invenções de protetor solares, sendo o mais antigo fabricado de mamona. Já em 400 a.C., na Grécia, durante a realização dos Jogos Olímpicos os competidores utilizavam uma combinação de óleo de oliva e areia para se protegerem dos raios solares. A tendência do bronzeamento se iniciou em 1930 na França. Anteriormente, já havia históricos de protetores comerciais nos Estados Unidos (EUA) e na Austrália, entretanto, nenhum apresentava efeito satisfatório (SHAATH, 2007). No Brasil, a Johnson & Johnson, sob a marca Sundown, foi a pioneira a introduzir o protetor solar em 1984, com Fator de Proteção Solar (FPS) 4, 8 e 15 (SUNDOWN, 2019).

Para ser comercializado, o protetor solar deve apresentar algumas propriedades, como: não causar irritação na pele; não deixar impurezas na roupa ou na pele e não possuir variações no produto final. O protetor solar é constituído por dois elementos essenciais, os filtros orgânicos e/ou inorgânicos, sendo os ingredientes ativos, e os veículos. Os veículos são utilizados desde o primeiro passo até as emulsões, sendo os principais usados as loções hidro-alcoólicas, os cremes e loções emulsionadas e os géis (FLOR; DAVALOS; CORREA, 2007).

Os filtros solares são substâncias capazes de bloquear ou reduzir a radiação solar, sendo divididos em orgânicos e/ou inorgânicos (FIG. 2). De acordo com Barata (2003) o filtro representa-se como uma substância com propriedades particulares na absorção da radiação de um comprimento de onda estabelecido, principalmente localizado no espectro UVB.

Figura 2 - Comparação entre filtros orgânicos e inorgânicos



Fonte: BARBOSA; OLIVEIRA; ARAÚJO, 2017.

#### 4.2.1 Filtros orgânicos

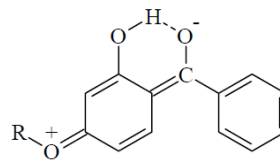
Os filtros orgânicos são constituídos por moléculas, principalmente compostos aromáticos com grupos carboxílicos, que são qualificadas para absorver a radiação UV e modificá-la em radiações com energias sem danos ao ser humano. Geralmente, apresentam um grupo doador de elétrons, na substituição *orto* ou *para* do anel aromático. Ao absorverem a radiação UV, os elétrons localizados no orbital HOMO (orbital molecular constituído de alta energia) são excitados para o orbital LUMO (orbital molecular vazio de baixa energia), e ao regressarem ao estado inicial, o acúmulo de energia é liberado como calor (FLOR; DAVALOS; CORREA, 2007).

Como os filtros solares absorvem somente parte da faixa ultravioleta (UVA ou UVB), para proporcionar uma proteção integral combina-se estes filtros. No entanto, a combinação de distintos tipos de filtros pode ocasionar um nível elevado de irritabilidade quando utilizado na pele (FLOR; DAVALOS; CORREA, 2007). Os filtros orgânicos são classificados em UVA (benzofenonas, antranilatos e

dibenzoilmetanos) ou filtros UVB (derivados de ácido 4-aminobenzóico, salicilatos, cinamatos e derivados de cânfora) (SERPONE; DONDI; ALBINI, 2007).

A localização de ressonância nas benzofenonas é auxiliada pela presença de um grupo liberador de elétrons em posição *orto* ou *para*, ou ambas. As benzofenonas são cetonas aromáticas, ao contrário da maioria dos outros filtros UV que possuem uma ligação éster ou amida (SHAATH, 2010) (FIG. 3).

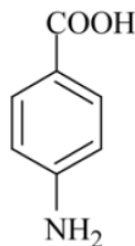
Figura 3 - Fórmula estrutural da benzofenona



Fonte: ADAPTADO RIBEIRO, 2004.

O ácido 4-aminobenzóico, ou PABA (FIG. 4), foi um dos primeiros filtros UV a surgir nos EUA e possui absorção máxima de radiação em comprimentos de onda em torno de 290 nm (SHAATH, 2010).

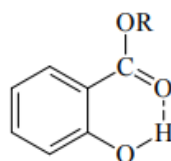
Figura 4 - Fórmula estrutural do PABA



Fonte: BRASIL, 2010.

Os salicilatos são compostos *orto*-disubstituídos, com um arranjo na forma especial que possibilita uma ligação de hidrogênio no interior da molécula. Este filtro absorve radiação na faixa de 300 nm da radiação UV (RIBEIRO, 2004) (FIG. 5).

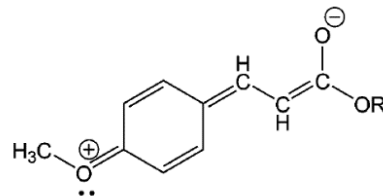
Figura 5 - Fórmula estrutural dos salicilatos



Fonte: RIBEIRO, 2004.

Os cinamatos são moléculas que absorvem radiação por volta do comprimento de onda de 310 nm. Estas moléculas possuem estruturas semelhantes onde o anel aromático é distribuído com um grupo liberador de elétrons e um grupo receptor de elétrons (SHAATH, 2010) (FIG. 6).

Figura 6 - Fórmula estrutural dos cinamatos



Fonte: SHAATH, 2010.

A eficiência dos filtros orgânicos está associada à imobilidade fotoquímica, com dispersão e dissolução simplificada e constante no produto e com firmeza ao enxágue. Estes filtros devem ser inofensivos à saúde e não causar alergia ou irritação na pele (BALOGH et al, 2011).

#### 4.2.2 Filtros inorgânicos

Os protetores inorgânicos atuam como um obstáculo físico que impossibilita a radiação de penetrar na pele. O seu procedimento de proteção solar abrange tanto a absorção como a propagação da radiação, UVA e UVB. Ao longo dos anos estes protetores ganharam fama devido ao fato de apresentarem efetividade na proteção contra a radiação e não serem tóxicos (ARAÚJO; SOUZA, 2008).

Quando se planeja aumentar a capacidade protetora, ocorre a junção de substâncias minerais, como óxido de zinco (ZnO), dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) ou talco, resultando em um bloqueador físico, combatendo o aprofundamento das radiações luminosas (BARATA, 2003). Os filtros TiO<sub>2</sub> e ZnO são os mais usados em protetores solares, e os volumes das partículas assim como a sua classificação são propriedades importantes para a evolução de um fotoprotetor seguro, eficiente, com proteção UV e esteticamente harmonioso (BARBOSA; OLIVEIRA; ARAÚJO, 2017).

Os filtros inorgânicos são os principais responsáveis pela opacidade e coloração branca dos protetores solares, sendo encontrados dispersos nas formulações. Também são seguros e eficientes, com casos incomuns de fotoalergia.

No entanto, a sua aceitação cosmética impede sua vasta utilização (SAMBANDAN; RATNER, 2011).

### 4.2.3 Formulações

Segundo a *Food and Drug Administration* (FDA, 2019), os ingredientes ativos dos filtros solares protegem a pele dos raios UV maléficos do Sol. A FDA aprova 16 substâncias na utilização em protetores solares (TAB. 1). Diferente da FDA, a ANVISA permite 34 filtros ultravioletas em produtos HPPC (ANVISA, 2016).

Tabela 1 - Filtros solares aprovados pela FDA e espectro de proteção

<b>Ingrediente protetor solar ativo aprovado pela FDA</b>	<b>Concentração máxima permitida (%)</b>	<b>Faixa de proteção (nm)</b>	<b>Proteção fornecida (UVA/UVB)</b>
Inorgânico:			
Dióxido de titânio	25	290-350	UVB, UVA2
Óxido de zinco	25	290-400	UVB, UVA1
Orgânicos (UVB):			
PABA	15	260-313	UVB
Padimate O	8	290-315	UVB
Octinoxato (metoxicinamato de octilo)	7,5	280-310	UVB
Cinoxato	3	270-328	UVB
Octisalato (octil salicilato)	5	260-310	UVB
Homosalato	15	290-315	UVB
Trolamina salicilato	12	269-320	UVB
Octocrileno	10	287-323	UVB
Ensulizole (fenilbenzimidazole ácido sulfônico)	4	290-340	UVB
Orgânicos (UVA):			
Avobenzona	3	310-400	UVA1, UVA2
Meradimato	5	200-380	UVA2
Sulisobenzona	10	250-380	UVB, UVA2
Oxibenzona	6	270-350	UVB, UVA2
Dioxibenzona	3	206-380	UVB, UVA2

Fonte: Adaptado de SAMBANDAN; RATNER, 2011.

Embora a ação protetora aconteça na extremidade da pele, há indícios de que alguns ingredientes ativos do protetor solar podem ser absorvidos por meio da pele ao introduzir-se no corpo. Diante disso, torna-se relevante a efetuação de estudos para estabelecer em que medida o uso dos produtos conforme orientado pode



resultar em exposição sistêmica, crônica e não intencional a ingredientes ativos de filtro solar (FDA, 2019).

A ANVISA determina que os filtros ultravioletas podem ser inseridos às formulações dos protetores solares conforme os limites estabelecidos pela Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 69, 23 de março de 2016 (ANVISA, 2016) (TAB. 2).

Tabela 2 - Filtros solares aprovados pela ANVISA em produtos HPPC

<b>Ingrediente protetor solar ativo aprovado pela ANVISA</b>	<b>Concentração máxima permitida (%)</b>
Metossulfato de cânfora benzalcônio	6
Emcasule	10 (expresso como ácido)
Avobenzona	5
Ácido sulfônico de benzilideno cânfora	6 (expresso como ácido)
Octocrileno	10 (expresso como ácido)
Cinoxato	3
Dioxibenzona	3
Antranilato de metila	5
Salicilato de trolamina	12
Ensulizole	8 (expresso como ácido)
Metoxicinamato de octila	10
Oxibenzona	10
Benzofenona-4 (ácido)	10 (expresso como ácido)
Benzofenona-5	5 (expresso como ácido)
PABA	15
Homosalato	15
Cânfora de poliacrilamidometil benzilideno	6
Dióxido de titânio	25
Peg-25 PABA	10
Padimate O	8
Octissalato	5
P - Metoxicinamato de isoamila	10
Enzacamene	4
Cânfora de 3-benzilideno	2
Etilhexil triazona	5
Óxido de zinco	25
Drometrisol trisiloxano	15
Iscotrizinol	10
Bisotrizole	10
Bisdissulizol dissódico	10 (expresso como ácido)
Bemotrizinol	10
Polissilicone-15	10

Ingrediente protetor solar ativo aprovado pela ANVISA	Concentração máxima permitida (%)
Benzoato de dietilamino-hidroxibenzoil-hexilo	10
Tris-bifenil triazina	10

Fonte: ANVISA, 2016.

#### 4.2.4 Rotulagem

De acordo com a ANVISA, na rotulagem secundária ou primária, os protetores são obrigados a apresentarem de forma eminente o número da proteção solar antecedido da sigla FPS ou Fator de Proteção Solar. O número equivalente ao FPS deve ser estabelecido através da Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº30, 1 de junho de 2012. A embalagem também deverá apresentar a Designação de Categoria de Proteção (DCP) informada no QUADRO 1 (ANVISA, 2012).

Quadro 1 - Designação de Categoria de Proteção relativa à proteção oferecida pelo produto contra radiação UVB e UVA para a rotulagem dos Protetores Solares

Indicações adicionais não obrigatórias na rotulagem	Categoria indicada no rótulo (DCP)	Fator de proteção solar medido (FPS)	Fator mínimo de proteção UVA (FPUVA)	Comprimento de onda crítico mínimo
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		
Pele muito sensível a queimadura solar	Alta proteção	30,0 - 50,0		
Pele extremamente sensível a queimadura solar	Proteção muito alta	Maior que 50,0 e menor que 100	-	-

Fonte: ADAPTADO ANVISA, 2012.

Segundo a ANVISA (2012), na rotulagem não deverão constar declarações que provoquem confusão no consumidor, como: efeito antissolar, probabilidade de não reaplicar o produto novamente e indicações que instiguem a uma proteção completa. Mas precisará abranger as seguintes informações:

- a) "É necessária a reaplicação do produto para manter a sua efetividade";
- b) "Ajuda a prevenir as queimaduras solares";
- c) "Para crianças menores de 6 (seis) meses, consultar um médico";
- d) "Este produto não oferece nenhuma proteção contra insolação";

- e) "Evite exposição prolongada das crianças ao sol";
- f) "Aplique abundantemente antes da exposição ao sol": Caso haja um tempo determinado pelo fabricante ou período de espera (antes da exposição), este também deverá constar da rotulagem.
- g) "Reaplicar sempre, após sudorese intensa, nadar ou banhar-se, secar-se com toalha e durante a exposição ao sol". Caso haja um tempo determinado pelo fabricante para reaplicação, este também deverá constar da rotulagem.
- h) "Se a quantidade aplicada não for adequada, o nível de proteção será significativamente reduzido" (ANVISA, 2012 p.7).

### 4.3 Fator de proteção solar (FPS)

O fator de proteção solar é classificado pela FDA e indica por quanto tempo a pele é capaz de ficar exposta ao Sol sem riscos de queimadura solar, referindo exclusivamente aos raios UVB. Pode ser definido pela seguinte equação (REBELLO, 2011).

$$FPS = \frac{\text{dose eritemática da pele protegida com protetor solar}}{\text{dose eritemática mínima da pele desprotegida}} \quad (1)$$

Segundo Flor (2017) os produtos com FPS inicialmente apresentados no comércio foram designados para o bloqueio solar. Ao decorrer do tempo, o crescimento do conhecimento dos danos do Sol provocou a transição do protetor solar para produtos de uso diário. Atualmente, grande parte dos produtos antissinais contém proteção solar.

A mínima dose eritemática na pele (MDE) é apontada como a concentração baixa de energia fundamental na causa do rubor da pele. O FPS está relacionado à ocorrência dos filtros solares usados na composição do produto. Para selecionar um FPS adaptável a um tipo de pele específico, não se deve considerar as partes do corpo mais expostas a luz solar, como o rosto ou o braço, porque estas regiões se encontram constantemente expostas ao Sol, e por esse motivo, possuem diferentes efeitos (INMETRO, 2019).

### 4.4 Radiações Solares

Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2018), a radiação pode ser definida pela seguinte maneira:

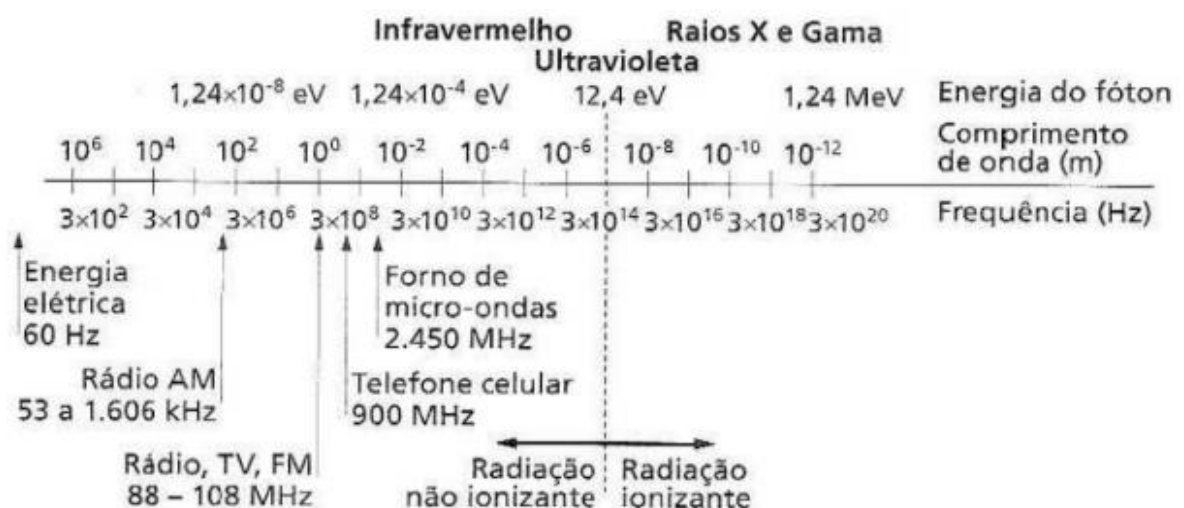
Radiações são ondas eletromagnéticas ou partículas que viajam pelo espaço e se propagam com velocidade e energia elevadas, podendo penetrar vários materiais e produzir efeitos sobre eles. Podem ser originadas a partir de fontes naturais ou produzidas pelo homem.

Dependendo da quantidade de energia, uma radiação pode ser descrita como não ionizante ou ionizante. A exposição a radiações pode aumentar o risco de desenvolvimento de doenças, inclusive câncer (INCA, 2018).

Existem três tipos de radiações: infravermelho (IV), radiações visíveis e ultravioleta, que são responsáveis, respectivamente, pelo calor, luz ou somente apresenta ações biológicas e químicas (REBELLO, 2011). No limite da radiação infravermelho do espectro, os raios de ampla dimensão de onda (800 nm) e de atividade fraca atingem intensamente a pele, resultando no aumento do calor na área, levando a ascensão da vasodilatação designada para baixar a temperatura, no entanto, não ocorre pigmentação em qualquer lesão. Já a parte visível do espectro apresenta a mesma capacidade de pigmentação em suas dimensões de onda mais breves. Porém, são nos raios ultravioletas que as radiações com as ondas mais breves, com menor penetração, beneficiada com o máximo de energia eletromagnética, ocasionam lesões solares que ao decorrer do tempo podem gerar alterações na pele, sendo superior o dano quanto mais clara for a pele (BARATA, 2003).

O espectro eletromagnético (FIG. 7) é formado por um grupo de radiações eletromagnéticas relacionadas conforme a sua frequência e comprimento de onda (SANTOS, 2010).

Figura 7 - Espectro Eletromagnético

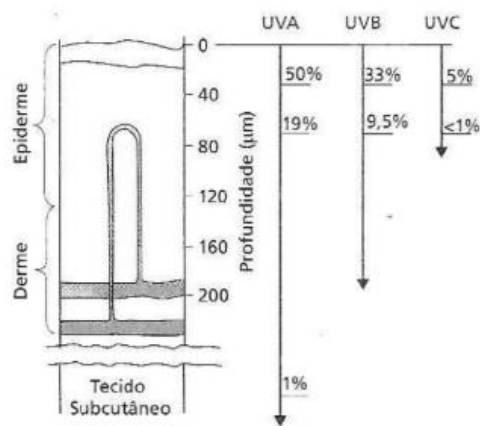


Fonte: OKUNO; YOSHIMURA, 2010, p.12.

A radiação infravermelho (IV) é determinada pelo comprimento de onda de 800 a 3.000 nm e pode aprofundar-se na pele atingindo os tecidos dos órgãos. Esta

radiação se combina com a radiação UV na desnaturação do ácido desoxirribonucleico (DNA), contribuindo com o envelhecimento prematuro da pele e a fotocarcinogênese. Na radiação ultravioleta, o fator que possui a maior relevância na indicação da intensidade da mesma, é a altura do Sol no céu, que depende da hora do dia, do período e latitude (KRURY; SOUSA, 2010). Esta radiação pode ser dividida em três partes: UVA (320-400 nm), UVB (290-320 nm) e UVC (100-280 nm) (REBELLO, 2011) (FIG. 8).

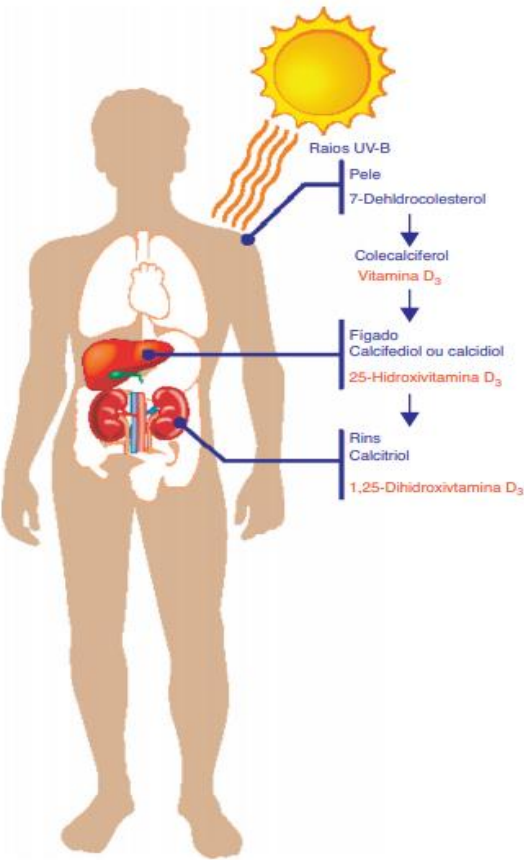
Figura 8 - Porcentagem de penetração da radiação ultravioleta



Fonte: OKUNO; YOSHIMURA, 2010, p. 16.

A radiação ultravioleta se encontra na luz solar que alcança a Terra, possuindo como maior fonte o Sol. Os raios UV atingem a epiderme estimulando a vitamina D, que ao ser estimulada, direciona-se ao fígado onde acontece a hidroxilação inicial e posteriormente ao rim, que sofre uma outra hidroxilação, passando a ser denominado calcitriol, o qual concilia o absorvimento intestinal de cálcio e fósforo, resultando na fração mineral dos ossos (MOURÃO JUNIOR; ABRAMOV, 2012) (FIG. 9).

Figura 9 - Metabolismo da vitamina D



Fonte: LICHTENSTEIN *et al*, 2013.

#### 4.5 Prejuízos gerados pela radiação UV na saúde do homem

A luz solar proporciona a presença de vida sob inúmeros aspectos, porém a radiação solar é capaz de causar um leve eritema ou queimaduras severas, devido a falta do protetor solar. Essa exposição constante a longo prazo pode causar diversos prejuízos, desde um excesso de pigmentação a um tumor maligno (GOMES; DAMAZIO, 2009).

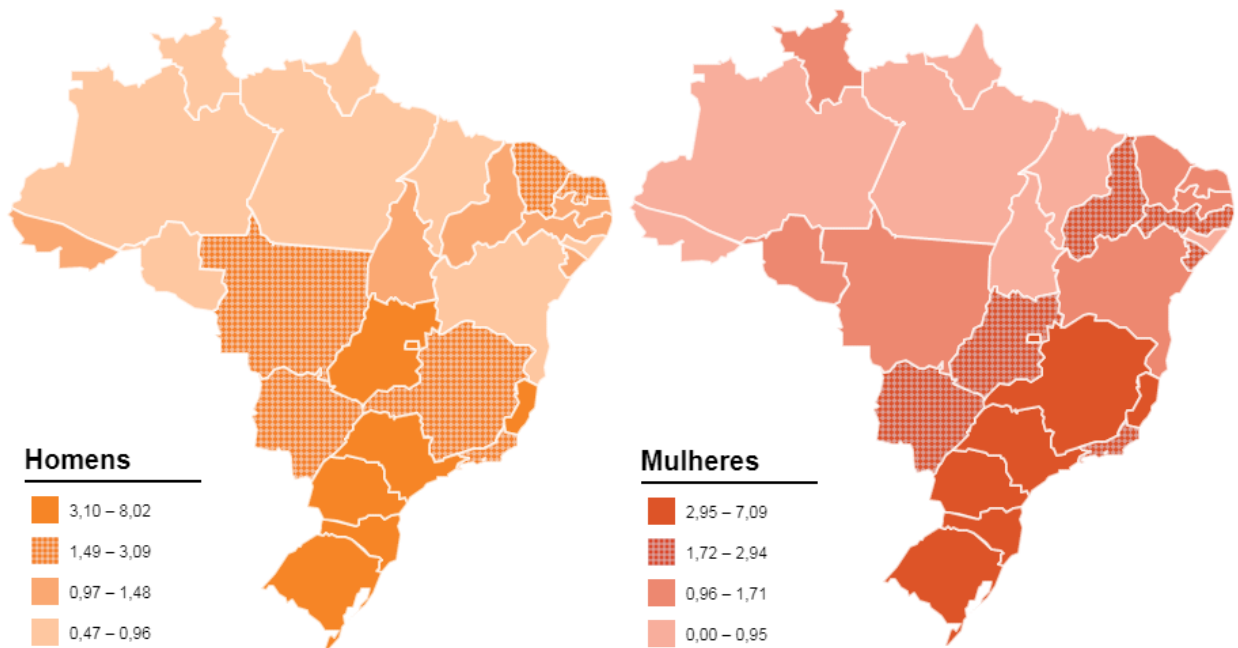
Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA, 2019), a exposição sem proteção à radiação UV é um fator fatal para o câncer de pele. Uma exposição permanente também causa o envelhecimento precoce da pele, tornando-a uma pele firme e enrugada ao decorrer do tempo.

A reação mais frequente da pele após a exposição aos raios solares é a queimadura solar ou eritema, sendo a pele e os olhos as áreas dominantes de perigo à saúde devido à exposição. Um indivíduo que se expõe frequentemente ao

Sol, principalmente desde o nascimento, possui o risco maior de apresentar câncer de pele. A exposição solar a longo prazo resulta no enrugamento e endurecimento da pele e nos olhos, inflamação da córnea, conjuntivites e cataratas. Os principais tipos de câncer de pele são os carcinomas espinocelular e basocelular. Já o melanoma contribui para grande parte das mortes por câncer de pele, devido a sua capacidade de gerar metástases (INCA, 2019).

Segundo o INCA (2019), no Brasil supõe-se novos casos de câncer de pele não melanoma, sendo 85.170 para homens e 80.410 para mulheres, em 2018-2019. A FIG. 10 representa as taxas brutas de incidência por 100 mil pessoas estimadas para o ano de 2018.

Figura 10 - Representação espacial das taxas brutas de incidência por 100 mil homens e mulheres, estimadas para o ano de 2018, segundo Unidade da Federação (melanoma maligno da pele)



Fonte: ADAPTADO INCA, 2018.

#### 4.5.1 Radiação UVA

De acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), os raios UVA podem causar câncer de pele ao indivíduo que fica exposto a eles, durante os horários de ocorrência, ao decorrer dos anos. Esses raios

possuem consequências acumulativas e também colaboram no surgimento de rugas e manchas e para o princípio ou aumento de doenças causadas pelo Sol (INMETRO, 2019).

A radiação UVA usualmente é conhecida como luz negra, pois apresenta ação fluorescente, ocasionando brilho dos objetos quando expostos a ela. O seu raio atinge normalmente a superfície da Terra, visto que, nenhum componente atmosférico consegue absorvê-la (SANTOS, 2010).

#### **4.5.2 Radiação UVB**

As radiações UVB são umas das mais energéticas, mesmo possuindo uma mínima capacidade de introduzir-se na pele e uma baixa dimensão de onda. Devido a isto, são responsáveis por danos à pele (ARAUJO; SOUZA, 2008). Sua maior intensidade acontece ao meio dia, sendo mais intensa no verão, penetrando excessivamente na pele, resultando em danos no DNA, tolerância imunológica e câncer de pele (SOUZA; JUNIOR, 2013).

Esses raios possuem um índice elevado de eritematógeno, causando eritemas. Também são capazes de produzir queimaduras, irritações, bolhas e coloração da pele, deixando mais resistente a camada córnea (GOMES; DAMAZIO, 2009).

#### **4.5.3 Radiação UVC**

A radiação UVC é completamente consumida pela camada de ozônio e, portanto, seu efeito não é percebido (SOUZA; JUNIOR, 2013). Esta radiação possui duas faixas de comprimento de onda, uma faixa que se propaga pela atmosfera e outra que se propaga no vácuo (FRANQUILINO, 2019).



## 5 MATERIAL E MÉTODOS

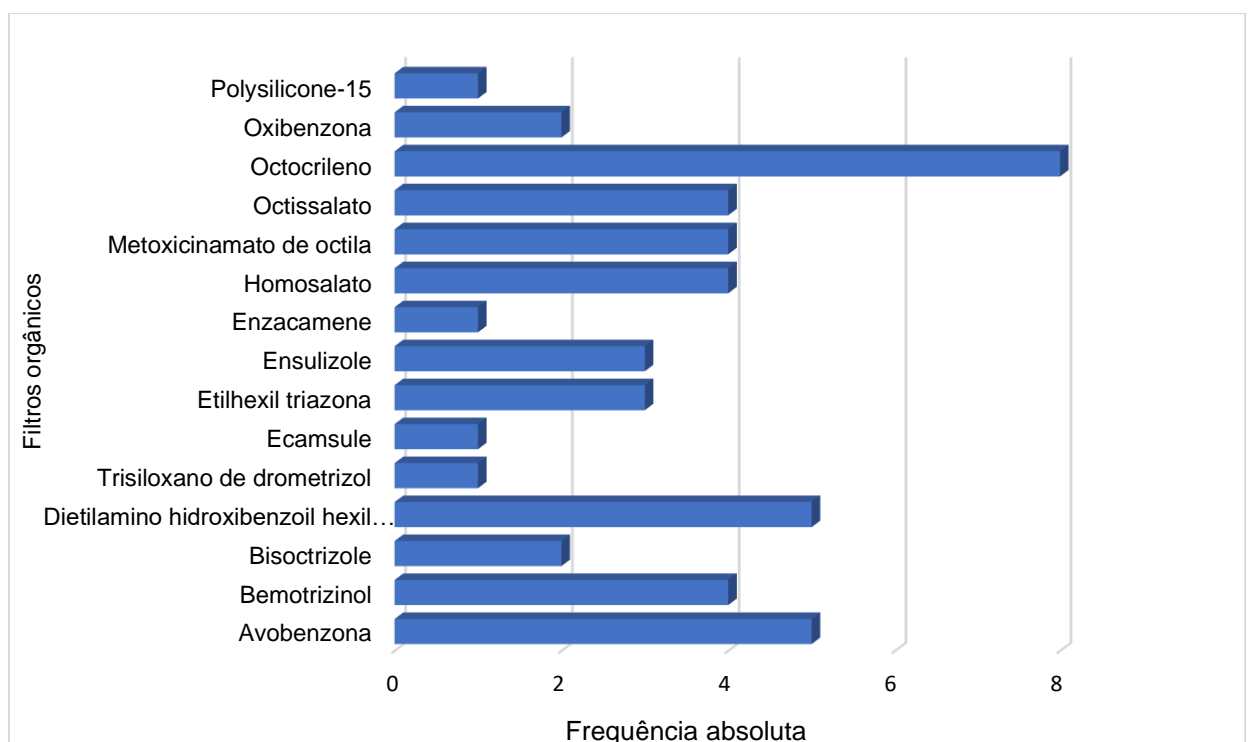
Foram realizadas análises de rótulos de 10 protetores solares de FPS 30 e 10 de FPS 50 de empresas reconhecidas nacionalmente e internacionalmente: Adatina, Anasol, Avon, Farmax, Fashion, Helioderm, La Roche-Posay, Libbs, L'Oréal Paris, Natura, Neutrogena, Nivea, Sundown e Vichy. Buscou-se investigar a presença de filtros orgânicos e inorgânicos nas formulações. A composição química de cada formulação foi encontrada na própria embalagem do produto, recorrendo-se ainda, em alguns casos, ao site da empresa. Os protetores solares foram obtidos diretamente no comércio, em farmácias, supermercados e lojas de cosméticos. Os filtros solares foram identificados de acordo com a lista de filtros autorizados pela ANVISA (2016, p. 3-8) e FDA (2019). Os 20 protetores solares investigados foram escolhidos aleatoriamente. Os dados foram tabelados para se averiguar os mais presentes e a existência de compostos nocivos à saúde.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Filtros orgânicos nos protetores solares com FPS 30

Foram analisadas 10 embalagens de protetores solares com FPS 30 comercializadas nacional e internacionalmente. Após a análise dos rótulos elaborou-se o gráfico comparativo de presença dos filtros orgânicos com os resultados obtidos (GRAF. 1):

Gráfico 1 - Presença de filtros orgânicos FPS 30



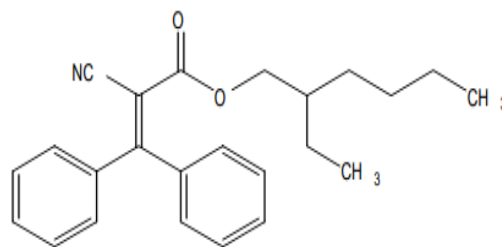
Fonte: AUTOR, 2019.

Os filtros orgânicos foram identificados de acordo com a lista de filtros autorizados pela ANVISA e FDA. Observando o GRAF. 1 pode-se notar que o octocrileno estava presente em 80% dos protetores solares analisados. De acordo com López (2014), o octocrileno é um filtro solar orgânico conhecido por ser nocivo à saúde, assim como a oxibenzona, presente em 20% dos protetores solares analisados. Também se destacaram dietilamino hidroxibenzoil hexil benzoato e a avobenzona, cada um presente na metade dos protetores solares estudados neste trabalho.

Segundo a RDC Nº 69 da ANVISA (2016), são autorizadas no máximo 10% de concentração dos filtros solares octocrileno e oxibenzona, porém o octocrileno deve ser expresso como ácido, e para concentrações acima de 0,5% de oxibenzona, deve-se incluir advertência na embalagem. O FDA (2019), assim como a ANVISA, autoriza a concentração máxima de octocrileno de 10%, nos protetores solares, e 6% de oxibenzona. Nos rótulos das embalagens consta-se somente a presença dos filtros solares. Sendo assim, não foi possível verificar qual a porcentagem dos filtros solares e avaliar se estavam dentro dos limites permitidos.

Segundo a FDA (2019), o octocrileno atua como um filtro solar com uma banda de absorção em aproximadamente 250-370 nm com a absorção máxima a 303 nm, sendo representado pela seguinte fórmula estrutural (FIG 11):

Figura 11 - Fórmula estrutural octocrileno



Fonte: FDA, 2019.

Para Avenel-Audran *et al* (2010), o octocrileno é um forte alérgico, que pode induzir uma grave dermatite, o que deve servir de alerta ao uso de protetores solares contendo octocrileno, principalmente em crianças. Além disso, indivíduos com histórico de fotoalergia do cetoprofeno também devem ter cautela.

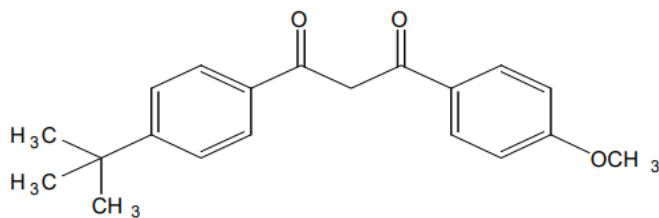
Por meio de estudos de toxicidade conduzidos por López (2014), verificou-se que a oxibenzona retardou o desenvolvimento celular da alga marinha *Tetraselmis secica*, causando a redução da quantidade de carotenóides celulares. Observou-se que o octocrileno também causou prejuízos, porém inferiores que a oxibenzona. No entanto, a combinação destes filtros levou à diminuição da atividade celular igual àqueles alcançados pela ação dos níveis de octocrileno. Isso mostra que oxibenzona e octocrileno não agem como adversários, contudo, o octocrileno abrandava os efeitos da oxibenzona na atividade celular.

Através de estudos para determinar a exposição sistêmica dos ingredientes ativos avobenzona, oxibenzona, octocrileno e ecamsule, foram encontrados indícios

de oxibenzona, juntamente com algum outro filtro solar ativo, em leite materno. Além disso, foi detectada oxibenzona em líquido amniótico, urina e sangue. Também foram levantadas questões sobre o potencial da oxibenzona para afetar a atividade endócrina. Este estudo abordou a aplicação de 4 filtros solares disponíveis comercialmente sob condições máximas de uso, o que resultou em concentrações plasmáticas que excederam o limiar estabelecido pela FDA para filtros solares. Entretanto, esses resultados não indicaram que os indivíduos devem abster-se do uso de filtro solar (MATTA *et al*, 2019).

De acordo com Kawakami (2015), a associação de dietilamino hidroxibenzoil hexil benzoato com avobenzona pode ser benéfica para o desenvolvimento dos protetores solares, pois apresenta uma proteção UVA superior do que quando utilizados separadamente. Contudo, a sua combinação com antioxidantes deve ser feita com precaução e analisada em cada caso, uma vez que o estudo de fototoxicidade apresentou que a avobenzona e o dietilamino hidroxibenzoil hexil benzoato exibiram potencial fototóxico. A avobezona possui uma banda de absorção de cerca de 320-400 nm, com a absorbância máxima a 358 nm, sendo representada pela seguinte fórmula estrutural (FDA, 2013) (FIG 12):

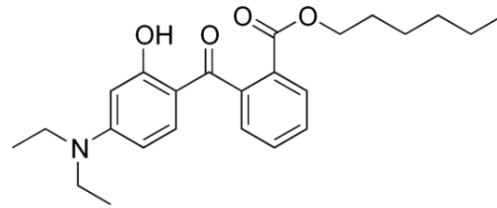
Figura 12 - Fórmula estrutural avobenzona



Fonte: FDA, 2019.

O dietilamino hidroxibenzoil hexil benzoato, DHHB, possui uma absorbância máxima a 354 nm, sendo representado pela fórmula estrutural (NERY, 2016) (FIG 13):

Figura 13 - Fórmula estrutural DHHB

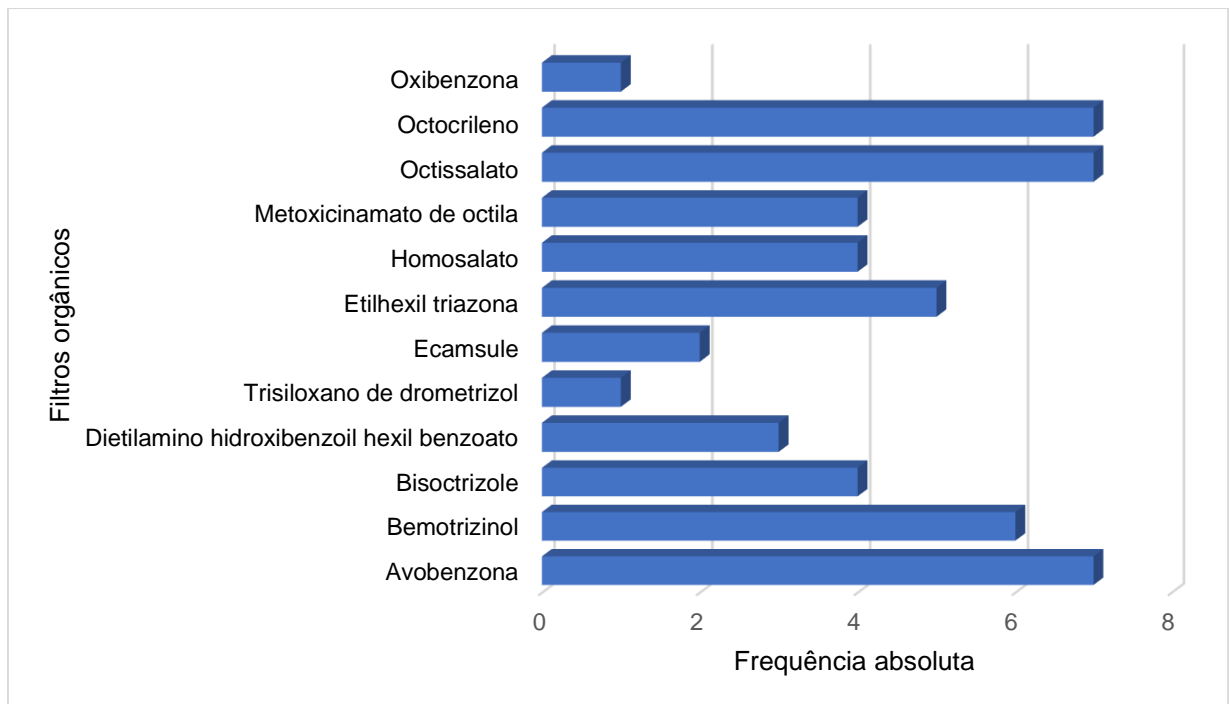


Fonte: NERY, 2016.

## 6.2 Filtros orgânicos nos protetores solares com FPS 50

Posteriormente, foram analisadas 10 embalagens de protetores solares com FPS 50 comercializadas nacional e internacionalmente. Após a análise dos rótulos elaborou-se o gráfico comparativo de presença dos filtros orgânicos com os resultados obtidos (GRAF. 2):

Gráfico 2 - Presença de filtros orgânicos FPS 50



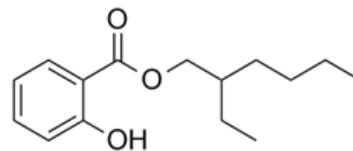
Fonte: AUTOR, 2019.

Assim como na análise dos filtros solares dos protetores com rótulos do FPS 30, os filtros solares com FPS 50 foram identificados da mesma forma. Através do GRAF. 2, pode-se observar que o octocrileno se destaca novamente, sendo um dos

filtros orgânicos mais utilizados. Também se destacam a avobenzona, octissalato e o bemotrizinol.

Bury *et al* (2019) conduziram um estudo sobre o metabolismo e excreção urinária de metabólitos, com o octissalato sendo utilizado por meio de uma dose oral única. Através deste estudo, foram detectados e quantificados na maioria das amostras de urina itens específicos acima dos metabólitos. Este composto pode ser representado pela fórmula estrutural (FIG 14) (Med Chem Express, 2019):

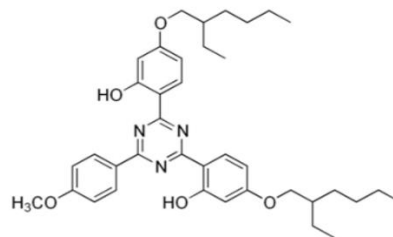
Figura 14 - Fórmula estrutural octissalato



Fonte: Med Chem Express, 2019.

O bemotrizinol, comercializado como Tinosorb S, é representado pela fórmula estrutural (FIG 15) (NERY, 2016).

Figura 15 - Fórmula estrutural bemotrizinol



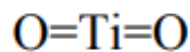
Fonte: NERY, 2016.

Em um estudo com o objetivo de avaliar o potencial fototóxico de filtros UV combinados com retinil palmitato, empregando fotoestabilidade e fototoxicidade *in vitro* e *in vivo*, o bemotrizinol foi considerado a melhor combinação junto com o retinil palmitato. Nos ensaios de fototoxicidade *in vitro*, a combinação retinil palmitato e avobenzona foi considerada fototóxica e o bemotrizinol reduziu sua fototoxicidade. O bemotrizinol melhora não apenas o FPS, mas também o fator de proteção UVA, o que poderia levar a uma menor exposição para UVA (BENEVENUTO *et al*, 2015).

### 6.3 Filtros solares inorgânicos nos protetores solares

Também pôde-se encontrar uma notável presença do filtro inorgânico dióxido de titânio nas embalagens analisadas, sendo o único filtro inorgânico presente. Tal composto foi encontrado em 60% dos protetores solares com FPS 30 e em 80% dos protetores solares com FPS 50. Este filtro, assim como o óxido de zinco, é prescrito para peles sensíveis ou infantis, pois possui uma baixa capacidade alérgica (FRANQUILINO, 2019). O dióxido de titânio pode ser representado pela seguinte fórmula estrutural (FIG 16) (FDA, 2019):

Figura 16 - Fórmula estrutural dióxido de titânio



Fonte: FDA, 2019.

Segundo um experimento com nanopartículas de dióxido de titânio, avaliou-se a viabilidade e funções celulares e notou-se que este componente apresenta potencial citotóxico sobre células pulmonares, hepatócitos e renais. Entretanto este potencial tóxico varia de acordo com a forma cristalina do dióxido de titânio, sendo a forma de anatase que demonstrou maior atividade oxidativa e fotocatalítica (SILVA; MONTEIRO, 2016).

De acordo com um estudo realizado durante 4 semanas, com penetração do dióxido de titânio na pele de mini porcos, aplicando 5% do filtro a partir do peso, o mesmo filtro não apresentou ameaça, pois as partículas não penetraram na pele intacta. Entretanto, não se deve descartar a possibilidade de pele danificada para a penetração do filtro (SADRIEH *et al*, 2010).

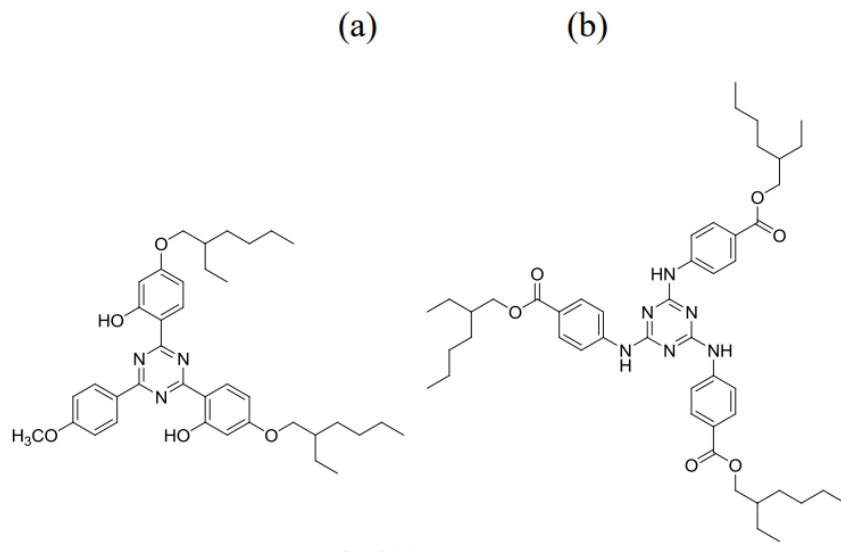
### 6.4 Novos filtros orgânicos

Na busca por filtros solares cada vez mais eficientes e menos nocivos à saúde do homem, a indústria de cosméticos visa encontrar novas formulações, que atendam às exigências de agências regulamentadores. Nesse sentido, há estudos que buscam encontrar novas moléculas com potencial para serem utilizadas como filtros solares.

De acordo com estudo para sintetizar o nanocompósito hidroxiapatita-ácido ascórbico, como um novo constituinte biocompatível de filtros solares, foram demonstrados resultados promissores em seu desenvolvimento. Portanto, o nanocompósito hidroxiapatita-ácido ascórbico pode ser usado como centro ativo dos filtros solares. No entanto, outros experimentos devem ser realizados, como a sua medição do FPS (AMIN *et al*, 2016).

Novos filtros orgânicos são representados na forma de pequenas partículas que aumentam a estabilidade da dispersão, sendo denominados hidroxi-fenil-triazinas e hidroxi-fenil-benzotriazóis. Representam a mais desenvolvida categoria de absorvedores UV para fotoproteção (FIG 17) (WAIBLINGER *et al*, 2001). A FIG 17 apresenta novos fotoprotetores derivados da triazina.

Figura 17 - Fórmula estrutural dos novos fotoprotetores derivados da triazina (a) Bisetilhexiloxifenol metoxifenil triazina (b) Etilhexil triazona

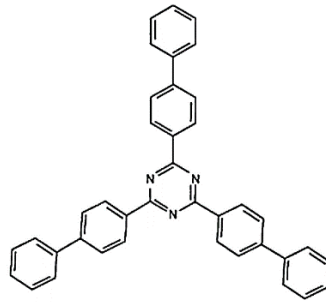


Fonte: WAIBLINGER *et al*, 2001.

Através de um estudo de eficiência o filtro tris-bifenil-triazina demonstrou ser um filtro muito eficaz na absorção da radiação UVA e UVB, por meio de sua notável fotoestabilidade. Este filtro também possui um efeito anti-inflamatório que pode levar a estimativa dos valores de FPS determinados *in vivo* (FIG 18) (COUTEAU *et al*, 2015).



Figura 18 - Fórmula estrutural tris-bifenil-triazina



Fonte: Couteau *et al*, 2015.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram analisadas 20 embalagens de protetores solares vendidos internacionalmente e nacionalmente, sendo 10 de produtos com FPS 30 e 10 de produtos com FPS 50.

Através das análises, pôde-se constatar que os filtros orgânicos encontrados na maioria das embalagens podem ser tóxicos, dependendo da concentração em que forem utilizados, sendo eles, octocrileno, dietilamino hidroxibenzoil hexil benzoato, avobenzona, octissalato. Estes filtros orgânicos podem causar dermatite alérgica.

O bemotrizinol se destacou nos protetores solares com FPS 50. No entanto, não apresentou riscos toxicológicos nos testes realizados, diminuindo a toxicidade quando combinado com a avobenzona.

O dióxido de titânio, único filtro inorgânico presente, possui menor risco de alergias. Entretanto, alguns experimentos apresentaram um potencial risco tóxico.

Verificou-se que há uma busca, por parte de universidades e empresas, de novas moléculas para serem utilizadas em formulações de protetores solares, a fim de aumentar a eficiência dos mesmos e reduzir seus efeitos nocivos. Dentre os novos filtros orgânicos, os filtros derivados da triazina se destacaram, demonstrando bastante eficiência.

Para trabalhos futuros, pode-se investigar se os compostos identificados com potencial toxicidade estão presentes nas concentrações permitidas, além de se verificar a presença destes em outras formulações de protetores solares.

## REFERÊNCIAS

- ABIHPEC. Panorama do Setor. **Panorama do Setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos**. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/panorama-do-setor-2019/>. Acesso 25 maio 2019.
- ANVISA. Ministério da Saúde. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N°30 de 01 de junho de 2012**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2012.
- ANVISA. Ministério da Saúde. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N°7 de 10 de fevereiro de 2015**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2015.
- ANVISA. Ministério da Saúde. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N°69 de 23 de março de 2016**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2016.
- AMIN R. M. et al. **A new biocompatible nanocomposite as a promising constituent of sunscreens**. *Materials Science and Engineering C*. v. 63, [S.l.], Editora Elsevier, 2016.
- ARAUJO T. S. de; SOUZA O de. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Scientia Plena**. Sergipe, 2008.
- AVENEL-AUDRAN M. *et al.* Octocrylene, an Emerging Photoallergen. **Arch Dermatol**. [S.l.], v. 146, 2010.
- BALOGH T. S. *et al.* Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. São Paulo, v. 86, 2011.
- BARATA E. A. F. A. **Cosmetologia - Princípios Básicos**. 1 ed. São Paulo: Tecnopress Editora e Publicidade Ltda, 2003.
- BARBOSA J. S.; OLIVEIRA B. L.; ARAÚJO T.G. Filtros Solares Inorgânicos. **Cosmetics & Toiletries**. Fortaleza, CE, v. 29, 2017.
- BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. 5 ed. Brasília, DF: Anvisa, v. 2, 2010.
- BENEVENUTO C. G. *et al.* Combination of retinyl palmitate and UV-filters: Phototoxic risk assessment based on photostability and in vitro and in vivo phototoxicity assays. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**. São Paulo, v. 68, p. 127-136, 2015.
- BNDES. **Panorama da indústria e higiene pessoal, perfumaria e cosméticos**. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/6541/1/BS%2025%20Panorama%20da%20ind%C3%BAstria%20de%20higiene\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/6541/1/BS%2025%20Panorama%20da%20ind%C3%BAstria%20de%20higiene_P_BD.pdf). Acesso em 25 maio 2019.
- BURY *et al.* Urinary metabolites of the UV filter 2-Ethylhexyl salicylate as biomarkers of exposure in humans. **Toxicology Letters**. Alemanha, v. 309, 2019.
- COUTEAU C. *et al.* Tris-biphenyl triazine, a new ultraviolet filter studied in terms of photoprotective efficacy. **International Journal of Pharmaceutics**. França, v. 487, p. 120-123, 2015.

EPA. Sun Safety. **Health Effects of UV Radiation**. Disponível em: <https://www.epa.gov/sunsafety/health-effects-uv-radiation>. Acesso em 20 maio 2019.

FDA. Drugs. **Sunscreen: How to Help Protect Your Skin from the Sun**. Disponível em: <https://www.fda.gov/drugs/understanding-over-counter-medicines/sunscreen-how-help-protect-your-skin-sun>. Acesso em 28 maio 2019.

FDA. **Clinical Pharmacology Review**. Disponível em: <https://www.fda.gov/media/71370/download>. Acesso em 07 set 2019.

FDA. **Department Of Health And Human Services**. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2019-02-26/pdf/2019-03019.pdf>. Acesso em 30 set 2018.

FLOR J. Produtos com proteção solar: Escolha correta de ingredientes. **Cosmetics & Toiletries**. São Paulo, v. 29, 2017.

FLOR J.; DAVOLOS M. R.; CORREA Marcos Antônio. Protetores Solares. **Química Nova**. São Paulo, v. 30, 2007.

FLOR J.; MAZIN M. R.; FERREIRA L. A. Cosméticos naturais, orgânicos e veganos. **Cosmetics & Toiletries**. São Paulo, v. 31, 2019.

FRANQUILINO E. De janeiro a janeiro. Edição Temática Digital Proteção Solar. **Cosmetics & Toiletries**. São Paulo, n. 43 – ano 14, 2019.

GARCIA R. Internacionalização comercial e produtiva na indústria de cosméticos: desafios competitivos para empresas brasileiras. São Paulo: **Revista Produção**, v. 15, 2005.

GOMES R. K.; DAMAZIO M. G. **Cosmetologia: Descomplicando os princípios ativos**. 3 ed. São Paulo: Livraria Médica Paulista Editora, 2009.

INCA. Causas e Prevenção. **Radiações**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/radiacoes>. Acesso em 20 maio 2019.

INCA. Causas e Prevenção. **Radiações não ionizantes**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/radiacoes/radiacoes-nao-ionizantes>. Acesso em 20 maio 2019.

INCA. Incidência de Câncer no Brasil. **Melanoma maligno da pele**. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/estimativa/2018/mapa-melanoma-maligno-pele-taxas-brutas.asp>. Acesso em 20 maio 2019.

INCA. Síntese de Resultados e Comentários. **Câncer de Pele**. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/estimativa/2018/sintese-de-resultados-comentarios.asp>. Acesso em 05 jun 2019.

INMETRO. Informação ao Consumidor. **Protetor Solar**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/protetorSolar.asp>. Acesso em 27 mar. 2019.

INMETRO. Informação ao Consumidor. **Protetor Solar II**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/protetorSolar2.asp>. Acesso em 27 mar. 2019.

- KAWAKAMI C. M. **Avaliação da performance de formulações fotoprotetoras associadas a mangiferina e naringenina: fotoestabilidade e fototoxicidade.** 2015. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015
- KHURY E.; SOUSA E. B. Protetores Solares. **Cosmetics & Toiletries.** São Paulo, SP, v. 22, 2010.
- LEONARDI G. R. **Cosmetologia Aplicada.** 2 ed. São Paulo: Santa Isabel, 2008.
- LICHTENSTEIN A. *et al.* **Vitamina D: ações extraósseas e uso racional.** São Paulo: Elsevier Editora, 2013.
- LÓPEZ A. M. R. **Estudio del posible efecto tóxico de dos filtros solares químicos, Octocrileno y Benzofenona-3, sobre la microalga marina Tetraselmis suecica.** 2015. Trabajo de Fin de Grado (Facultade de Ciencias) - Universidade da Coruña, 2015.
- MATTA M. K. *et al.* **Effect of Sunscreen Application Under Maximal Use Conditions on Plasma Concentration of Sunscreen Active Ingredients.** Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/2733085>. Acesso em 30 set 2019.
- MED CHEM EXPRESS. **Octisalate.** Disponível em: <https://www.medchemexpress.com/Octisalate.html>. Acesso em 05 out 2019.
- MOURÃO JÚNIOR C. A.; ABRAMOV D. M. **Biofísica Essencial.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.
- NATURA. Sobre a Natura. **Nossa História.** Disponível em: <https://www.natura.com.br/a-natura/nossa-historia>. Acesso em 20 maio 2019.
- NERY D. C. **Desenvolvimento de método para a determinação de filtros solares orgânicos por cromatografia líquida de alta eficiência e avaliação da correlação do fator de proteção solar medido in vivo e in vitro por espectroscopia no infravermelho próximo e quimiometria.** 2016. Trabalho de Dissertação (Mestrado em Química na área de Química Analítica) - Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas, 2016.
- O BOTICÁRIO. Institucional. **Nossa História.** Disponível em: <https://www.boticario.com.br/nossa-historia>. Acesso em 18 maio 2019.
- OKUNO E.; YOSHIMURA E. M. **Física das Radiações.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- PEREIRA M. F. L. **Cosmetologia.** 1 ed. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora, 2013.
- REBELLO, T. **Guia de produtos cosméticos.** 9 ed. São Paulo: Senac, 2011.
- RECKZIEGEL B. S. **Diagnóstico do mercado de cosméticos: Uma análise do comportamento das consumidoras por meio da venda direta.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2017.

RIBEIRO R. P. **Desenvolvimento e validação da metodologia de análise do teor de filtros solares e determinação do FPS in vitro em formulações fotoprotetoras comerciais.** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SADRIEH N. *et al.* Lack of significant dermal penetration of titanium dioxide from sunscreen formulations containing nano- and submicron-size tio<sub>2</sub> particles. **Toxicological Sciences.** Silver Spring, v. 115, 156-166, 2010.

SAMBANDAN D. R.; RATNER D. **Sunscreens: An overview and update.** New York: J Am Acad Dermatol, 2011.

SANTOS J. C. **Radiação ultravioleta: Estudo dos índices de radiação, conhecimento e prática de prevenção a exposição na região Ilhéus/ Itabuna – Bahia.** 2010. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2010.

SARTOR. M. J. R. **Síntese e caracterização de fotoprotetor derivado do heterociclo [1, 3, 5] – triazina.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

SEBRAE. Boletim de Tendências e Oportunidades. **Tendências dos Negócios de Beleza.** Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/9757c668a232b1db04e94fb4e56eddba/\\$File/5421.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/9757c668a232b1db04e94fb4e56eddba/$File/5421.pdf). Acesso em 28 maio 2019.

SERPONE N.; DONDI D.; ALBINI A. Inorganic and organic UV filters: Their role and efficacy in sunscreens and suncare products. **Inorganica Chimica Acta.** Montreal, Canada, v. 360, 2007.

SHAATH, N. A. **The encyclopedia of Ultraviolet filters.** 1 ed. New York: Allured Publishing Corporation, 2007.

SHAATH, N. A. **Ultraviolet filters.** New York: Photochemical & Photobiological Sciences, 2010.

SILVA L. S.; MONTEIRO M. S. S.B. Avaliação da Segurança de Nanopartículas de Dióxido de Titânio e Óxido de Zinco em Formulações Antissolares. **Revista Virtual de Química.** Rio de Janeiro, v. 8, n. 6, 2016.

SOUZA, V. M.; JUNIOR D. A. **Ativos Dermatológicos: Dermocosméticos e Nutracêuticos.** Ed especial 10 anos, v. 1 a 8. São Paulo: Pharmabooks, 2013.

SUNDOWN. **Sobre Sundown.** Disponível em: [www.sundown.com.br/sobre/home](http://www.sundown.com.br/sobre/home). Acesso em 29 maio 2019.

WAIBLINGER, F. *et al.* Irradiation-dependent equilibrium between open and closed form of UV absorbers of the 2- (2-hydroxyphenyl) -1,3,5-triazine type. **Research on Chemical Intermediates**, [S.l.], 2001.