

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E  
TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL - CENTRO**

ALEXANDER JASON DUTRA  
JÚLIA RAFAELA HANAUER  
KAUANA DALSOQUIO STINGHEN  
LETÍCIA FLORIANI RODRIGUES  
NELSON DA SILVA ROCHA JUNIOR  
SARA ISABELLE BRUCH

**REAPROVEITAMENTO DE ÓXIDO DE ZINCO, DIÓXIDO DE TITÂNIO E ADIÇÃO DE  
CAROTENOIDES: UMA ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DE  
FOTOPROTETORES**

JARAGUÁ DO SUL

2024

ALEX RAPHAELLE DUTRA  
JÚLIA RAFAELA HANAUER  
KAUANA DALSOQUIO STINGHEN  
LETÍCIA FLORIANI RODRIGUES  
NELSON DA SILVA ROCHA JUNIOR  
SARA ISABELLE BRUCH

**REAPROVEITAMENTO DE ÓXIDO DE ZINCO, DIÓXIDO DE TITÂNIO E ADIÇÃO DE  
CAROTENOIDES: UMA ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DE  
FOTOPROTETORES**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo  
formativo diversificado “Conectando Saberes” do  
Curso Técnico em Química do Instituto Federal de  
Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul – Centro.  
Orientadora: Patricia Akemi Tuzimoto.  
Coordenadora de Fase: Patricia Akemi Tuzimoto.

JARAGUÁ DO SUL

2024

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Benzofenona-3 e betacaroteno.....	11
Figura 2: Massa em toneladas de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) gerado por grupo no Brasil em 2019; 725 municípios declarantes. Dados do SINIR.....	13
Figura 3: “Categoria dos principais produtos cosméticos coletados durante as ações do projeto descarte consciente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.” (MOURA, Arthur Thomaz Coutinho de, 2023, pág. 10.).....	14
Figura 4: Fluxograma da formulação do fotoprotetor.....	17

## SUMÁRIO

<b>1 TEMA.....</b>	<b>4</b>
<b>2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....</b>	<b>4</b>
<b>3 PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
<b>4 HIPÓTESES.....</b>	<b>4</b>
<b>5 OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
5.1 OBJETIVO GERAL.....	5
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
<b>6 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>5</b>
<b>7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>7</b>
7.1 FOTOPROTETORES.....	7
7.2 COMPOSIÇÃO.....	8
7.2.1 Filtros inorgânicos.....	9
7.2.2 Filtros orgânicos.....	10
7.3 DESCARTE DE FOTOPROTETORES.....	12
<b>8 METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
8.1 EXTRAÇÃO DO DIÓXIDO DE TITÂNIO E ÓXIDO DE ZINCO.....	15
8.2 EXTRAÇÃO DE $\beta$ -CAROTENO DE CENOURAS.....	16
8.3 FORMULAÇÃO DO FOTOPROTETOR.....	16
8.3.1 Caracterização do fotoprotetor.....	18
8.3.1.2 Análise por UV-Vis do $\beta$ -caroteno.....	18
8.3.1.3 Teste de estabilidade por centrifugação.....	19
8.3.1.4 Determinação do pH.....	19
8.3.1.5 Determinação do FPS.....	19
<b>9 CRONOGRAMA.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>APÊNDICE A – NOSSA CAMPANHA AJUDE UM CS.....</b>	<b>29</b>

## 1 TEMA

Reaproveitamento de óxido de zinco e dióxido de titânio.

## 2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Reaproveitamento de óxido de zinco e dióxido de titânio com adição de carotenoides como alternativa para o desenvolvimento de fotoprotetores.

## 3 PROBLEMA

Considerando-se o alto consumo de medicamentos e cosméticos, como pomadas para assaduras e protetores solares, e os altos índices de descartes que ocasionam a poluição do meio ambiente e gera riscos à saúde humana, indaga-se: é possível reaproveitar o óxido de zinco e dióxido de titânio de restos de fotoprotetores (vencidos ou não) e pomadas para assaduras (vencidos ou não), a partir da extração do  $\beta$ -caroteno (resíduos de cenoura) para desenvolver a formulação de um material que confira fator de fotoproteção?

## 4 HIPÓTESES

1. A extração do dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) e óxido de zinco ( $\text{ZnO}$ ) será factível a partir de resíduos de embalagens de protetores solares e pomadas de assadura vencidos ou não utilizados, utilizando a técnica de sonicação;
2. O desenvolvimento de um protetor solar que confira Fator de Proteção Solar (FPS) será viável tanto a partir da combinação do dióxido de titânio e do óxido de zinco, quanto utilizando apenas um desses óxidos.
3. A formulação contendo os dois filtros inorgânicos (dióxido de titânio e óxido de zinco) e um filtro orgânico ( $\beta$ -caroteno,) apresentará um maior Fator de Proteção Solar (FPS) em comparação com uma formulação contendo apenas um filtro inorgânico e um filtro orgânico.
4. As três formulações atingirão um Fator de Proteção Solar (FPS) inferior ou igual a 6.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um fotoprotetor com os óxidos de zinco e de titânio reutilizados de resíduos de pomadas e protetores solares, independentemente do prazo de validade, em combinação com  $\beta$ -caroteno extraído de cenouras deterioradas.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar e separar as pomadas e os protetores através de uma campanha de doações;
- Extrair o óxido de zinco e dióxido de titânio de pomadas e protetores arrecadados através do método da sonicação;
- Extrair os carotenoides de cenouras deterioradas, que serão coletadas em mercados próximos ao IFSC, através do método de extração com solvente;
- Purificar os carotenoides através do método de cromatografia em coluna;
- Desenvolver três formulações de protetores contendo: apenas óxido de zinco, apenas óxido de titânio e outra contendo ambos.
- Caracterizar as propriedades do fotoprotetor: estabilidade por centrifugação e pH.
- Calcular o FPS do fotoprotetor com o método *in vitro*.

## 6 JUSTIFICATIVA

Os avanços da ciência na área da saúde proporcionaram um aumento na fabricação de medicamentos<sup>1</sup> e, conseqüentemente, um aumento no consumo. No Brasil, a cultura de automedicação e a fácil aquisição geram um acúmulo de medicamentos nas residências brasileiras, que muitas vezes permanecem em desuso até o fim de sua validade (Bueno; Weber; Oliveira, 2009 apud Pinto et al., 2014). Após o vencimento, por falta de postos de coleta (Gasparini et al., 2011 apud Torres, 2016), aterros e incineradores licenciados (Falqueto et al., 2010 apud Torres,

---

<sup>1</sup> “produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico” (ANVISA, 2020).

2016), o descarte é muitas vezes realizado inadequadamente no lixo doméstico ou esgoto (Falqueto et al., 2013 apud Torres, 2016). Cerca de 20% da produção farmacêutica no Brasil acabam no lixo comum, e a estimativa de produção de resíduos de medicamentos no país está entre 10 e 28 mil toneladas por ano, sendo que resíduos domiciliares de medicamentos responde por 4,1 a 13,8 toneladas ao ano (ABDI, 2013 apud Torres, 2016). O descarte inapropriado pode acarretar tanto problemas ambientais quanto sociais, pois além de contaminar as águas, o solo e animais, também pode ser o causador de intoxicações em grupos mais frágeis, como crianças, idosos e pessoas carentes (Oliveira, 2014).

A mesma preocupação se dá ao descarte de cosméticos. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, em 2022 o Brasil ficou em 4º lugar como maior mercado consumidor mundial de cosméticos (ABIHPEC, 2023), e com o aumento do uso de cosméticos, assim como os medicamentos, os resíduos produzidos podem ser danosos à saúde e ao meio ambiente. Normalmente, as embalagens são descartadas com resíduos, sejam resíduos mínimos que não saem normalmente perto do fim do produto, ou resíduos abundantes por questão de vencimento.

Na crosta terrestre, o zinco está na 24º posição de abundância, o que corresponde a 0,007% (MME, 2010). Já o titânio está na 9º posição, que corresponde a 0,565%, e é normalmente encontrado em forma de minérios (Institut für Seltene Erden und Metalle AG, s.d). No mercado de produtos químicos, atualmente, o preço de aquisição tanto do óxido de zinco quanto do dióxido de titânio em sua forma mais simples, sem estar na granulometria adequada para fotoprotetores, é bastante elevado. Em sites de compra de produtos químicos podemos observar que 100 g de óxido de zinco custam em torno de R\$194 e 250 g de dióxido de titânio custa R\$258 (MERCK, s. d).

Considerando o alto custo de obtenção dos óxidos e os dados de descarte levantados, o presente trabalho busca reaproveitar resíduos que contenham óxido de zinco e dióxido de titânio, e, a partir dos mesmos, desenvolver um novo produto fotoprotetor, que será analisado e avaliado quanto às suas propriedades.

## 7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização desta pesquisa é importante saber como a radiação solar afeta a saúde humana e o papel dos fotoprotetores, como eles funcionam e a sua composição para obtenção de um FPS eficiente. Outra questão de relevância é o descarte desses produtos, dados as consequências para a natureza, buscando dessa forma uma alternativa sustentável.

### 7.1 FOTOPROTETORES

A radiação solar é composta pelos raios Ultravioleta (UV), estes são divididos em três categorias: UVA, UVB e UVC, indo da menos energética à mais energética (Tabela 1).

Tabela 1 - Divisões da radiação UV

Radiação UV	Comprimento de onda ( $\lambda$ nm)	Incidência terrestre (%)
UVA I	340 - 400	95
UVA II	320 - 340	95
UVB	290 - 320	05
UVC	200 - 290	-
UV-vácuo	100 - 200	-

Fonte: adaptado de Nascimento, et al (2014).

De acordo com estes dados, os raios UVC são os mais energéticos devido ao comprimento de onda, portanto mais prejudiciais. Porém, a camada de ozônio absorve a maior parte deles, limitando a sua presença na superfície terrestre a cerca de 1% (BATISTA e SOUZA, 2008; LOPO et al., 2013). Os raios UVB, o segundo mais energético, podem causar queimaduras, manchas, descamação, pois penetram até a epiderme (Nascimento et al., 2014). Por fim, os raios UVA penetram mais profundamente, atingindo a derme e contribuindo para o câncer de pele (Araujo e Souza, 2008). Estudos recentes indicam que os efeitos negativos dos raios UV se estendem além dos danos à pele.

[..] a radiação UV danifica o DNA e o material genético, oxida os lipídios e produz perigosos radicais livres, causa inflamação, rompe a comunicação

celular, modifica a expressão dos genes em resposta ao estresse e enfraquece a resposta imune da pele (Araujo, T. S. de . Souza, S. O. de).

Um dos métodos mais eficazes para atenuar esses danos é a utilização de fotoprotetores, sendo que o FPS é o índice que define a capacidade de proteção do fotoprotetor. O FPS é utilizado para medir a ação fotoprotetora de um filtro solar, também é utilizado para determinar por quanto tempo uma pessoa pode permanecer exposta ao sol sem que haja qualquer tipo de dano decorrente dos raios UV. Wroblevski et al. (2014 *apud* COSTA, FARIAS E OLIVEIRA, 2021) afirmam que o protetor solar deve ser aplicado no mínimo 20 minutos antes da exposição, na quantidade ideal de 2 mg/m<sup>2</sup> de pele. A reaplicação deve ser feita a cada 2 a 3 horas, ou no mínimo 3 vezes por dia, e sempre após contato com água, como ao sair da piscina ou da praia. Também é importante evitar exposição ao sol entre as 10 e 16 horas.

O FPS é calculado pela razão entre a energia UVB suficiente para a ocorrência da dose mínima eritematosa (DME) na pele fotoprottegida e a pele sem filtro solar. A DME é a dose de energia capaz de iniciar a produção de eritemas nítidos observados entre 16 e 24 horas após a exposição à radiação UVB (Nascimento, Luciano. F. Santos, Elisabete. P.; Aguiar, Alcino. P.).

A equação 1 mostra como podemos calcular o FPS:

$$FPS = \frac{(DME \text{ na pele com fotoproteção})}{(DME \text{ na pele sem fotoproteção})} \quad (1)$$

Quanto maior for o FPS do produto, maior será o tempo de exposição sem lesões. O fator de proteção se aplica apenas aos raios UVB, os quais são os causadores de eritemas, vermelhidão na pele. Comercialmente, os valores de FPS podem chegar a 100, em alguns casos.

## 7.2 COMPOSIÇÃO

Milesi e Guterris (2002, *apud* Caswell e De Paola, 2001) destacam que a composição ideal de um fotoprotetor deve incluir um alto fator de proteção solar (FPS), resistência à água, segurança, estabilidade e custo-benefício. Segundo Vergilio (2018, *apud* Osterwalder, Sohn e Herzog, 2014), as formulações fotoprotetoras se dividem em três categorias principais: filtros UV (inorgânicos e

orgânicos), emulsionantes e emolientes. Além desses, podem conter aditivos secundários como fotoestabilizadores, formadores de filmes e agentes de resistência à água.

Martins (2019) descreve filtros solares como produtos tópicos em diversas formas, como loções, cremes, *sprays* e géis, que protegem a pele contra radiação UV com filtros UV classificados como inorgânicos e orgânicos. Vergilio (2018) ressalta que para uma proteção eficaz contra UVA e UVB, os protetores solares combinam diferentes filtros UV.

É necessário incorporá-lo a um veículo, sendo as emulsões amplamente utilizadas. Elas permitem a inclusão de filtros UV de ambos os tipos e podem ser formuladas em sistemas O/A (óleo em água) ou A/O (água em óleo)<sup>2</sup>, influenciando a eficácia e a sensação do produto. Martins (2019) explica que a mistura das fases aquosa e apolar é facilitada por um agente emulsionante ou tensoativo.

Os emolientes, além de formar uma camada protetora sobre a pele e prevenir a perda de água, atuam como fotoestabilizadores e melhoram as propriedades sensoriais do produto. Osterwalder, Sohn e Herzog (2014) destacam que os emolientes ajustam a viscosidade e proporcionam uma sensação agradável na pele.

A formulação de protetores solares também inclui aditivos como conservantes antimicrobianos e antioxidantes. Segundo Osterwalder, Sohn e Herzog (2014), os conservantes antimicrobianos inibem o crescimento de microrganismos, enquanto os antioxidantes protegem os componentes da emulsão contra a oxidação, prevenindo alterações no produto e possíveis irritações na pele.

### 7.2.1 Filtros inorgânicos

Os bloqueadores físicos ou filtros inorgânicos refletem a radiação solar, possuindo mínima absorção. Constituem-se de substâncias opacas que refletem e dispersam a energia da luz. Formam, portanto, uma barreira física às radiações UVA/UVB, ao infravermelho (IV) e às radiações visíveis, e formam filtro protetor na pele (PEREIRA et al., 2022). Melhor situando:

---

<sup>2</sup> Quando a fase interna é oleosa e a fase externa aquosa, denominamos emulsão óleo em água (O/A). Ao contrário, quando a fase interna é aquosa e a externa oleosa, denominamos emulsão água em óleo (A/O). (COSMETICA EM FOCO, 2017) Disponível em: <https://cosmeticaemfoco.com.br/artigos/emulsao-agua-em-oleo-ou-oleo-em-agua/>.

São constituídos de partículas, de preferência com tamanhos de ordem da radiação que deve ser espalhada, e filtros com tamanhos adequados de partículas apresentam, além da reflexão, a absorção da luz UV. São representados pelo óxido de zinco e dióxido de titânio e são considerados a forma mais segura e eficaz de proteger a pele por apresentarem baixo potencial de irritação e alta fotoestabilidade, ou seja, a capacidade do filtro manter fotoproteção, mesmo após longos períodos de radiação solar. (Paixão, Lígia Collucci da, 2019).

Protetores físicos que possuem em sua constituição o dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) possuem índice de refração de 2,6, refletindo o UVA e UVB. Os que possuem óxido de zinco ( $\text{ZnO}$ ) possuem um índice de refração de 1,9 e uma maior ação contra os UVA (PEREIRA et al., 2022). Assim, embora o dióxido de titânio atue com maior eficácia em determinadas faixas do espectro de radiação em comparação com o óxido de zinco, a combinação desses filtros solares oferece uma proteção de amplo espectro, otimizando a defesa contra a radiação ultravioleta.

### 7.2.2 Filtros orgânicos

As estruturas moleculares presentes nos fotoprotetores orgânicos geralmente apresentam grupos carboxílicos com anéis benzênicos em suas composições, tendo pelo menos um na posição *orto* e outro na posição *para*, posições substituintes dos anéis benzênicos, sendo um deles um grupo doador de elétrons e outro o receptor desses elétrons, esta estrutura permite a conversão de raios UV em outra configuração de energia, seja calor, luz ou outras formas. (Nascimento; Santos; Aguiar. 2013, p. 199)

Uma característica que se mostra de extrema importância é a inserção de cadeias alquílicas, que contribuem na lipofilia da substância, elevando a aderência do produto à pele, facilitando a permanência do mesmo e evitando que ele seja facilmente retirado pela água. A lipofilia se trata do grau de disposição de um composto a se “misturar” com um composto apolar. (Nascimento; Santos; Aguiar, 2013)

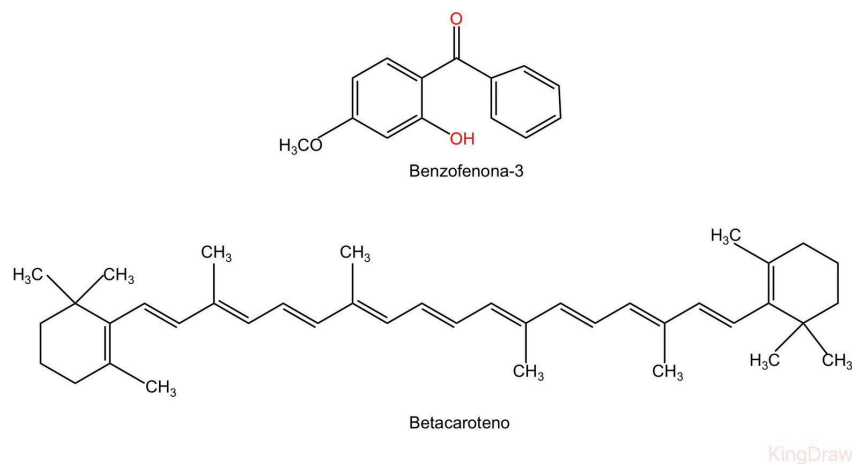
Estas moléculas absorvem os raios UV danosos à pele, transformando-os em ondas eletromagnéticas inofensivas aos humanos, ou calor.

Existem diversas rotas pelas quais uma molécula de filtro ultravioleta pode dissipar sua energia e retornar ao seu estado padrão. Enquanto algumas rotas destroem a molécula (fragmentação, reação biomolecular, determinadas isomerizações), outras preservam (fluorescência, fosforescência, algumas isomerizações, transferência de energia para

outras moléculas). Se as rotas não destrutivas predominam, a molécula é considerada fotoestável; por outro lado, quando as rotas destrutivas prevalecem, a molécula será instável. (LOPES, Flavio Marques; CRUZ, Reinan de Oliveira da; BATISTA, Karla de Aleluia.2012. p. 190-191).

A seguir na figura 1, estão as duas das moléculas orgânicas mais utilizadas nos fotoprotetores.

**Figura 1:** Benzofenona-3 e betacaroteno



Fonte: adaptado de Silva, 2018; Freitas, 2016, desenhado pelo app kingdraw

A benzofenona-3, (C<sub>14</sub>H<sub>12</sub>O<sub>3</sub>), é comumente utilizada em fotocosméticos, mas atualmente está sendo debatido os malefícios decorrentes desta molécula, conforme a Fichas Internacionais de Segurança Química (2010) “A substância pode ter efeitos sobre o fígado e os rins, originando o comprometimento das funções. Têm sido detectados tumores em experiências em animais, mas podem não ser extrapoláveis para os seres humanos.” Outra molécula muito utilizada é o betacaroteno, (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>). Sendo, também, a molécula orgânica principal deste estudo.

Os carotenoides são pigmentos orgânicos encontrados, principalmente, em raízes, folhas, sementes, frutas e flores. De acordo com o artigo Fotofísica de Carotenoides e o Papel Antioxidante de B-Caroteno da revista do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Química Nova, os carotenoides ajudam a diminuir o risco do surgimento de alguns tipos de câncer e previnem o envelhecimento precoce, devido a ação antioxidante, anti-inflamatória e fotoprotetora, sendo assim, não são obrigatórios para a função principal de proteção solar, mas um complemento (Mesquita, Tortilho, 2016).

O principal tipo de carotenoide é o β-caroteno ou betacaroteno, que é um pigmento de cor variável do amarelo ao vermelho, presente em frutas e vegetais,

como cenoura, acerola, pêsego e brócolis. As moléculas de carotenoides possuem um sistema de duplas ligações entre os átomos de carbono, denominadas de conjugadas, responsável pela cor que proporcionam os alimentos (VILLELA, 1976).

### 7.3 DESCARTE DE FOTOPROTETORES

A lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos caracterizou como resíduos os materiais oriundos de serviços de saúde (BRASIL, 2010). A resolução nº 358, de 29 de abril de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) classifica Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) em diferentes grupos:

[...]

GRUPO B: Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

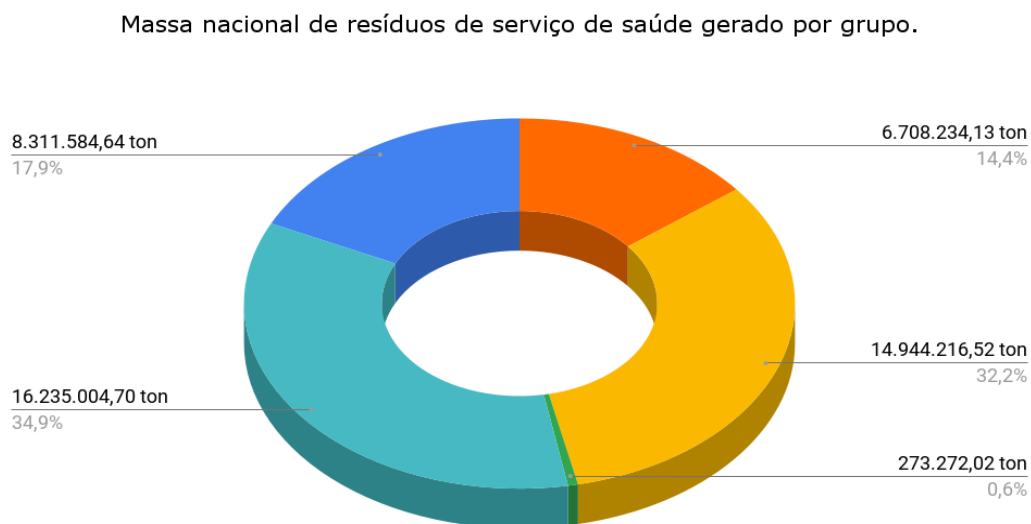
[...]

GRUPO D: Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. [...] (CONAMA, 2005, anexo 1).

Posteriormente, a resolução RDC nº 222, de 28 de março de 2018 da ANVISA definiu produtos cosméticos como itens pertencentes aos grupos B e D da classificação de Resíduos de Serviço de Saúde (ANVISA, 2018).

No ano de 2019 um relatório de mercado da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) apontou que o Brasil foi o terceiro maior mercado consumidor de produtos relacionados à proteção solar no mundo (ABIHPEC, 2019, pág. 44). No mesmo ano, dados do Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), indicaram o descarte de aproximadamente 6,71 milhões (Figura 2) de toneladas de Resíduos de Serviços de Saúde do tipo Grupo B, caracterizados pela presença de produtos químicos potencialmente danosos à saúde humana e/ou animal (SINIR, 2019).

**Figura 2:** Massa, em toneladas, de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) gerado por grupo no Brasil em 2019; 725 municípios declarantes. Dados do SINIR.



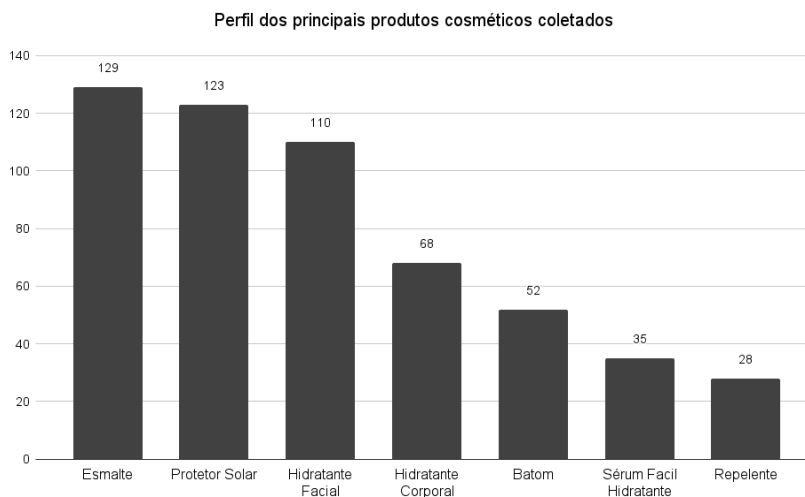
Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos, 2019. Adaptado pelos autores.

Legenda:

- Com produtos químicos (Grupo B)
- Infectantes (Grupo A)
- Não especificados
- Perfurocortantes (Grupo E)
- Sem riscos (Grupo D)

De acordo com um estudo que visava caracterizar o perfil dos produtos cosméticos descartados num programa de coleta na cidade de Natal, no Rio Grande do Norte (Figura 3), foram recebidos 947 produtos no período de março de 2022 a setembro de 2023 (aproximadamente 18 meses). Destes, 123 produtos foram caracterizados como protetor solar (MOURA, 2023).

**Figura 3:** “Categoria dos principais produtos cosméticos coletados durante as ações do projeto descarte consciente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.” (MOURA, Arthur Thomaz Coutinho de, 2023, pág. 10.).



Fonte: Adaptado de Moura, 2023.

O mesmo estudo discorre sobre a presença de benzofenona-3 (nomenclatura IUPAC recomendada: 2-hidroxi-4-metoxibenzofenona), um popular filtro orgânico, na formulação de algumas marcas de produtos para fotoproteção. O autor também aponta as consequências do descarte inadequado de produtos cosméticos do tipo protetor solar contendo o filtro para benzofenona-3 para a vida marinha, em especial à vida dos corais por meio do processo de branqueamento destes (MOURA, 2023).

Deste modo, seguindo as instruções instituídas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, pela Instrução Normativa nº 13, de 18 de dezembro de 2012 do IBAMA e do Guia Prático de Descarte de Resíduos (BUTANTAN, Instituto, 2014, 48 pág.), o descarte de resíduos de serviços da saúde do tipo B deve ser realizado seguindo as seguintes instruções: 1. Embalagens, vazias ou não, que acondicionam material fotoprotetor ou em pomada devem ser separadas dos demais resíduos domésticos comuns; 2. Acondicionadas em recipientes de cor laranja para resíduos perfurocortantes químicos; 3. Identificadas em etiqueta por seu conteúdo e estado físico, e 4. Entregue ao órgão competente da cidade para posterior incineração em local adequado (BUTANTAN, 2014).

## 8 METODOLOGIA

No semestre de 2024.1 iniciou-se a coleta de pomadas e protetores com óxido de zinco e dióxido de titânio por meio da campanha "Ajude um CS" no Instituto Federal de Santa Catarina, conforme ilustrado no apêndice A. A fase subsequente, que será iniciada no próximo semestre letivo, envolve a triagem dos protetores solares e pomadas arrecadados. Produtos contendo exclusivamente óxido de zinco (ZnO) ou dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) serão separados para facilitar a extração posterior. Concomitante, cenouras deterioradas serão adquiridas em mercados locais para a extração de β-caroteno, garantindo que o vegetal esteja fresco. Outra observação importante é que todos os solventes que forem utilizados, serão recuperados através da destilação a pressão reduzida em um rota-evaporador.

A metodologia é estruturada em três fases: (1) extração de dióxido de titânio e óxido de zinco, (2) extração de β-caroteno, e (3) formulação e caracterização do fotoprotetor.

### 8.1 EXTRAÇÃO DO DIÓXIDO DE TITÂNIO E ÓXIDO DE ZINCO

Primeiramente, da pasta da amostra de dióxido de titânio que foi quantificada no passo anterior será retirado 10,00 g, depois transferido para um frasco Schott de 250 mL contendo 50 mL de água deionizada. A mistura passará por uma sonicação<sup>3</sup> em banho ultrassônico a 30 °C por 30 min no nível de potência 005. Logo em seguida, será adicionado 50 mL de metanol (PA), novamente, o conteúdo é sonicado ao longo de 30 minutos. Após a sonicação, 50 mL de hexano (PA) deverá ser adicionado e por agitação manual durante 30 segundos, a mistura será homogeneizada, seguida de uma centrifugação 3000 rpm durante 20 min. Então, será removido o sobrenadante com uma pipeta, o sedimento será transferido para um tubo de centrifuga e centrifugado por mais 20 minutos a 3000 rpm. Outra vez, o sobrenadante será removido e adicionado 25 mL de hexano ao *pellet*, onde mais uma vez será centrifugado a 3000 rpm por 20 min. O *pellet* obtido ao final vai ser transferido para um vidro de relógio e seco em estufa (Nthwane, Y.B., Tancu, Y., A. et

---

<sup>3</sup> Consiste em um processo onde se utiliza a energia das ondas sonoras, mais comumente o ultra-som que pode auxiliar na agitação de partículas, acelerar dissoluções, fornecer energia para a reação química, desativar materiais orgânicos, remover bolhas do recipiente, produzir emulsões, entre outras aplicações (UFPR, 2020).

al, 2019). Todo este processo se repetirá para a amostra das pomadas para a extração do óxido de zinco, com os mesmos solventes e quantidades.

Assim que as amostra de óxido de zinco e dióxido de titânio estiverem secos, serão caracterizadas pela técnica de Espectrofotometria na região do Infravermelho (IV)<sup>4</sup>, onde uma amostra do óxido de zinco de aproximadamente 2 mg será colocada em um espectrofotômetro FT-IR Spectrum One PerkinElmer (resolução 4 cm<sup>-1</sup>, ganho 1, 4000 a 400 cm<sup>-1</sup>) com o acessório UATR (universal reflexão total atenuada), contendo ZnSe e diamante e torque de 100 N (SANTOS, 2014).

## 8.2 EXTRAÇÃO DE $\beta$ -CAROTENO DE CENOURAS

Com uma amostra de 80,00 g das cenouras que foram obtidas por quarteamento anterior, será batida em um liquidificador, transferida para um almofariz e macerada com 50 mL de éter de petróleo (Simões, Schenkel, Mello, 1999). A solução passará por uma filtração e novamente será extraída com 50 mL de éter de petróleo (Zeraik. M.L., Yariwake, J.H., 2019). Após a filtração, o solvente será removido através de um rota-evaporador, o extrato de cenoura será pesado e quantificado o rendimento. Para o processo de purificação será utilizado o método de cromatografia em coluna. Como eluentes serão utilizados acetona e hexano (Xavier, Souza e Rebouças, 2020).

## 8.3 FORMULAÇÃO DO FOTOPROTETOR

Após a extração dos óxidos e carotenoides, serão formuladas três amostras de fotoprotetores: uma com apenas óxido de zinco e  $\beta$ -caroteno, outra com apenas dióxido de titânio,  $\beta$ -caroteno e uma terceira com a combinação de ambos os óxidos e  $\beta$ -caroteno.

Em um béquer, a fase oleosa da emulsão será preparada, adicionando 15% do veículo óleo de coco e 6% do emulsionante álcool cetoestearílico. O béquer será colocado sobre a chapa de aquecimento e a mistura será aquecida até aproximadamente 70 °C. Um termômetro será utilizado para monitorar a

---

<sup>4</sup> Técnica que permite a identificação de compostos e a investigação de sua composição química. O dispositivo emite radiação eletromagnética na região do IV com a mesma intensidade de energia da vibração das ligações, a molécula absorve então essa energia e transforma em energia vibracional, transmitindo-a depois. O espectrômetro registra o resultado na forma de bandas de absorção (Astuto; Yatsuzuka, s.d).

temperatura e a mistura será agitada manualmente para garantir que o álcool cetosteárilico se dissolva completamente no óleo de coco.

Simultaneamente, a fase aquosa da emulsão será preparada, adicionando aproximadamente 60% do veículo de água deionizada e aquecendo-a até 70 °C na chapa de aquecimento. Após atingir a temperatura desejada, serão adicionados 5% de glicerina (emoliente) e 1% de benzoato de sódio (conservante) à fase aquosa, agitando manualmente para garantir que o benzoato de sódio se dissolva completamente.

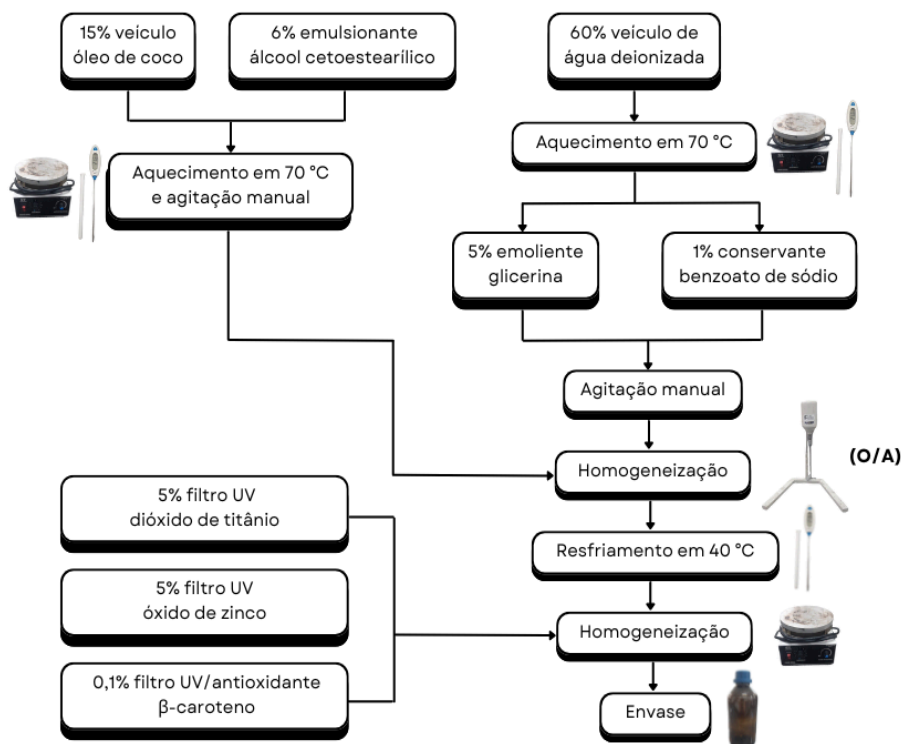
Quando as fases oleosa e aquosa atingirem a temperatura desejada e estiverem uniformes, a adição gradual da fase oleosa à fase aquosa será iniciada com um homogeneizador, mantendo uma agitação constante para formar uma emulsão do tipo Óleo em Água (O/A). Com a formação inicial da emulsão, esta será resfriada até atingir aproximadamente 40 °C.

Após a formação inicial da emulsão, e considerando que serão preparadas três amostras (5% de dióxido de titânio e 5% de óxido de zinco; 10% dióxido de titânio; 10% óxido de zinco), procede-se com a amostra resfriada que contém ambos os óxidos, sob agitação magnética para garantir a dispersão uniforme e completa incorporação desses filtros UV na fórmula.

Em seguida, 0,1% de  $\beta$ -caroteno será adicionado, mantendo-se a homogeneização para assegurar que todos os ingredientes sejam completamente integrados e a emulsão alcance uma consistência homogênea. Esse procedimento será repetido para as outras duas amostras, ajustando-se a concentração dos óxidos para 10% cada, conforme suas respectivas formulações.

Após a preparação, as amostras de fotoprotetores serão armazenadas em frascos fechados, protegidos da luz e à temperatura ambiente. Para simplificar o entendimento do processo, optamos por representar a formulação do fotoprotetor contendo ambos os óxidos através do fluxograma apresentado na figura 4.

**Figura 4:** Fluxograma da formulação do fotoprotetor com ambos os óxidos



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

### 8.3.1 Caracterização do fotoprotetor

As propriedades físico-químicas dos fotoprotetores serão analisadas utilizando técnicas como UV-Vis para  $\beta$ -caroteno, centrifugação, pH e FPS. Três tipos de fotoprotetores serão avaliados: (i) combinação de ZnO e TiO<sub>2</sub> com  $\beta$ -caroteno; (ii) apenas ZnO com  $\beta$ -caroteno; e (iii) apenas TiO<sub>2</sub> com  $\beta$ -caroteno.

#### 8.3.1.2 Análise por UV-Vis do $\beta$ -caroteno

A determinação do prazo da validade da solução de  $\beta$ -caroteno será realizada com o auxílio de um espectrofotômetro para se obter o espectro de absorção no UV-Vis. A concentração se manterá a mesma de 0,2 g extrato L<sup>-1</sup> em diclorometano e as medidas de absorbância da solução serão de 436 nm (comprimento de onda utilizado seguindo o Método Oficial da AOAC).

Durante algumas semanas será obtido um espectro por semana, sempre no mesmo dia da semana e mesmo horário com a mesma solução de  $\beta$ -caroteno,

justamente para designar o tempo aproximado de validade do conteúdo e, então, sugerir uma recomendação de uso do fotoprotetor.

#### 8.3.1.3 Teste de estabilidade por centrifugação

Nesta etapa, a emulsão será centrifugada durante 30 minutos a 3500 rpm. Ao final do tempo, será observado se ocorreu separação de fases, verificando se há necessidade de uma nova formulação. A amostra será observada visualmente, com o intuito de verificar a ocorrência ou não de alterações, de acordo com os parâmetros estabelecidos por Larrentes (2009):

- Classificação de estabilidade:
  1. estável;
  2. levemente não homogêneo;
  3. iniciando separação;
  4. separação total das fases.

Cada formulação será analisada e atribuída uma classificação.

#### 8.3.1.4 Determinação do pH

Segundo a pesquisa de Hübner (2017), o pH possui influência sobre a atividade fotoprotetora. Formulações de maior pH apresentam redução da atividade fotoprotetora comparados àqueles com menor pH. Diante disso, o ideal seria que a formulação fique em um pH entre 5,5 a 6,5, sendo aceitável e adequado para a maioria das pessoas (RX, 2013), uma vez que o pH da pele é ligeiramente ácido, variando entre 4,7 a 5,75 na maior parte do corpo (Eucerin, s.d). Para tal verificação, será utilizada a fita indicadora de pH.

### 8.3.1.5 Determinação do FPS

O método *in vitro*<sup>5</sup> de Mansur et al. (1986) e de Gonçalves, Almeida e Louchard (2017) será seguido para determinar o FPS, porém com adaptações. Para cada amostra dos três fotoprotetores desenvolvidos, será preparado uma solução etanólica de concentração 0,2 µL/mL. Em seguida, é realizada uma filtração em uma membrana de 0,22 µm de poro para obtenção de uma solução límpida, em virtude de haver possíveis partículas suspensas, como dióxido de titânio e de zinco, podendo opacificar as amostras e interferir na análise espectrofotométrica. As amostras serão preparadas em triplicata. Assim, com uma cubeta de quartzo de 1 cm de caminho óptico no espectrofotômetro, as absorvâncias das soluções deverão ser registradas entre 290 a 320 nm, com intervalos de 5 nm. Para cada comprimento de onda serão realizadas três determinações. Perante esse cenário, o FPS será calculado, de acordo com a equação linear 2, adaptado de Mansur et al. (1986):

$$FPS \text{ espectrofotométrico} = Fc \cdot \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot Abs(\lambda) \quad (2)$$

Onde:

- Fc = Fator de correlação é igual a 10;
- EE (λ) = Efeito eritematogênico da radiação solar a cada comprimento de onda (λ);
- I (λ) = Intensidade da luz solar a cada comprimento de onda (λ);
- Abs (λ) = Leitura espectrofotométrica da absorvância da solução da amostra em cada comprimento de onda (λ).

---

<sup>5</sup> A proteção contra a radiação UVA/UVB pode ser avaliada por análises *in vivo* e *in vitro* (KOCKLER et al., 2012). O teste *in vivo* é realizado diretamente na pele, utilizando voluntários, enquanto o teste *in vitro*, é um mecanismo que simula a pele (Farma Júnior, 2019), se dando em dois tipos: métodos da medição da absorção da radiação UV por meio de filmes de protetores solares em placas de quartzo ou biomembranas (KAUR; SARAF, 2010) e métodos por espectrofotometria que determina a quantidade de UVR que atravessa a película de filtro solar aplicada a um substrato artificial (PELIZZO et al., 2012).

Os valores da relação entre o efeito eritematígeno e a intensidade da radiação solar em cada comprimento de onda são constantes, conforme mostra a tabela 2:

Tabela 2: Constante EE x I empregada no cálculo por espectrofotometria.

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

Fonte: adaptado de Mansur et al (1986).

Desse modo, as constantes e os valores da leitura espectrofotométrica da absorvância, determinados experimentalmente, serão substituídos na equação 2. Assim, o Fator de Proteção Solar (FPS) será calculado para os três fotoprotetores desenvolvidos.

## 9 CRONOGRAMA

No Quadro 1, o cronograma das atividades realizadas a partir de setembro durante o semestre de 2024.2 e 2025.1 estão descritas.



## REFERÊNCIAS

- ABIHPEC. Anuário 2019. 2019. Disponível em:  
<https://abihpec.org.br/anuario-2019/mobile/index.html#p=45>. Acesso em: 14 jul. 2024.
- ABIHPEC. Panorama do setor. Disponível em:  
<https://abihpec.org.br/site2019/wp-content/uploads/2023/01/Panorama-do-Setor-2023.pdf>  
<https://abihpec.org.br/site2019/wp-content/uploads/2023/01/Panorama-do-Setor-2023.pdf>.
- ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC N.º 312, de 10 de outubro de 2019.** Disponível em:  
<<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-312-de-10-de-outubro-de-2019-222053954>>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC N.º 600, de 09 de fevereiro de 2022.** Disponível em:  
<<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-600-de-9-de-fevereiro-de-2022-380633694>>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC N.º 629, de 30 de março de 2022.** Disponível em:  
<[https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6407780/RDC\\_629\\_2022\\_.pdf/8afdb838-af85-4690-a9f7-842ba38119ee](https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6407780/RDC_629_2022_.pdf/8afdb838-af85-4690-a9f7-842ba38119ee)>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da diretoria colegiada - RDC N.º 752, de 19 de setembro de 2022.** Disponível em:  
<[https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5738443/RDC\\_752\\_2022\\_.pdf/66eed82-4641-441b-b807-109106495027](https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/5738443/RDC_752_2022_.pdf/66eed82-4641-441b-b807-109106495027)>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Conceitos e definições, 2020. Disponível em:  
<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acesoainformacao/perguntasfrequentres/medicamentos/conceitos-e-definicoes/conceitos-e-definicoes>.
- ARAÚJO, T. S. De; DE SOUZA, S. O. **Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta.** Scientia Plena, [S. l.], v. 4, n. 11, 2011. Disponível em:  
<https://scientiaplenu.emnuvens.com.br/sp/article/view/721>. Acesso em: 19 abr. 2024.
- ASTUTO, Victor; YATSUZUKA, Rebeca. Espectroscopia de infravermelho - IV. **Central Analítica**, s.d. Disponível em:  
[https://ca2.iq.usp.br/paginas\\_viewc523.html?idPagina=14](https://ca2.iq.usp.br/paginas_viewc523.html?idPagina=14). Acesso em: 22 jul. 2024.
- BATISTA, S. D. A.; SOUZA, O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Revista Scientia Plena**, v. 4, n. 11, 2008.
- Biopol UFPR.** Sonicador. Disponível em:  
<http://www.biopol.ufpr.br/equipamentos/sonicador/>. Acesso em: 23 jul. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 3 ago. 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 14 jul. 2024.

BRONDANI, Patrícia Bulegon. **Cromatografia em coluna**. UFSC, 2019. Disponível em: <https://patyqmc.paginas.ufsc.br/files/2019/07/Cromatografia-em-Coluna.pdf>

CABRAL, Lorena Dias da Silva; PEREIRA, S. de O.; PARTATA, Anette Kelsei. **Filtros solares e fotoprotetores mais utilizados nas formulações no Brasil**. Revista científica do ITPAC, v. 4, n. 3, p. 1-10, 2011.

CARDOSO, Sergio. **Fotofísica de Carotenoides e o Papel Antioxidante de  $\beta$ -caroteno**. Química Nova, v. 20, n. 535, p. 540, dez. Acesso em: 24 jul. 2024.

COELHO, Leilyane Conceição De Souza. **Protetor Solar: Desenvolvimento Farmacotécnico e Avaliação Da Eficácia e Segurança**. Recife, 2005. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3485/1/arquivo6100\\_1.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/3485/1/arquivo6100_1.pdf)

CORREA, Marcos Antônio. **Cosmetologia, ciência e técnica**. 1ª ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2012.

COSTA, M. M.; FARIAS, A. P. A.; OLIVEIRA, C. A. B. **A importância dos fotoprotetores na minimização de danos a pele causados pela radiação solar**. BJDV. 2021.

DE MELO, Morganna Ressa; SIQUEIRA, Ana Paula Nascentes de Deus Fonseca. **Desenvolvimento de uma loção fotoprotetora, avaliação da estabilidade e determinação in vitro do FPS**. Perquirere, v. 1, n. 9, p. 81-97, 2012.

DELTREGGIA, Débora Cristine; OLIVEIRA, Helena da Cruz; BOFF, Sérgio Ricardo; SANTOS, Kelly Ferreira dos; FUJII, Maria de Fátima Fernandes; REBELO, Márcia de Araújo. **A evolução dos fotoprotetores: das emulsões às nanoemulsões**. Revista Saúde em Foco, n. 11, 2019.

**Eucerin Brasil**. pH da pele. Disponível em: [https://www.eucerin.com.br/problemas-de-pele/pele-sensivel/ph-da-pele#:~:text=protoger%20o%20corpo.,O%20que%20%C3%A9%20pH%3F,%C3%A1gua%20pura\)%20%C3%A9%20considerado%20neutro](https://www.eucerin.com.br/problemas-de-pele/pele-sensivel/ph-da-pele#:~:text=protoger%20o%20corpo.,O%20que%20%C3%A9%20pH%3F,%C3%A1gua%20pura)%20%C3%A9%20considerado%20neutro). Acesso em: 24 jul. 2024.

**Farma Júnior**. Diferenças entre os testes in vivo e in vitro de FPS. Disponível em: <https://www.farmajunior.com.br/cosmeticos/diferencas-entre-os-testes-in-vivo-e-in-vitro-de-fps/#:~:text=O%20teste%20in%20vivo%20%C3%A9,mecanismo%20que%20simula%20a%20pele..> Acesso em: 25 jul. 2024.

FLOR, Juliana; DAVOLOS, Marian Rosaly; CORREA, Marcos Antonio. **Protetores Solares**. São Paulo: SciELO - Brasil, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000100027>

Freitas, Juliana Vescovi de. **Avaliação in vitro do potencial de uso da apigenina, da crisina e do beta-caroteno na proteção contra a radiação UVA e luz visível.** Ribeirão Preto, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60137/tde-04102016-162635/en.php>. Acesso em: 31 de jul. 2024

GONÇALVES, Tamara; ALMEIDA, Aline Cordeiro de; LOUCHARD, Bianca Oliveira. FOTOPROTETOR: desenvolvimento, estudo de estabilidade preliminar e avaliação in vitro do fator de proteção solar (fps). **Infarma: Ciências Farmacêuticas**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 147-154, 30 jun. 2017. Conselho Federal de Farmácia. <http://dx.doi.org/10.14450/2318-9312.v29.e2.a2017.pp147-154>.

HÜBNER, Alexandra de Almeida. Caracterização fitoquímica e eficácia fotoprotetora clínica de formulações cosméticas contendo extrato do bagaço de uva Cabernet sauvignon. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

IBAMA. **Lista Brasileira de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/arquivos/ibama-lista-brasileira-de-residuos-solidos.doc/view>. Acesso em: 23 de jul. 2024.

Fichas Internacionais de Segurança Química. **ICSC 0389 - BENZOFENONA**. 2010. Disponível em: [https://chemicalsafety.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p\\_lang=pt&p\\_card\\_id=0389&p\\_version=2#:~:text=A%20substância%20pode%20ter%20efeitos,extrapoláveis%20para%20os%20seres%20humanos.&text=A%20substância%20é%20prejudicial%20para%20os%20organismos%20aquáticos](https://chemicalsafety.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=pt&p_card_id=0389&p_version=2#:~:text=A%20substância%20pode%20ter%20efeitos,extrapoláveis%20para%20os%20seres%20humanos.&text=A%20substância%20é%20prejudicial%20para%20os%20organismos%20aquáticos)

INSTITUT FÜR SELTENE ERDEN UND METALLE AG. Titânio, Ti, número atômico 22. Disponível em: <https://pt.institut-seltene-erden.de/titan-ti-ordnungszahl-22/>.

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

KOCKLER, J. et al. Photostability of sunscreens. **Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews**, v. 13, n. 1, p. 91–110, 1 mar. 2012.

LARENTES, Itamar de Abreu. **AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA ESTABILIDADE DE CREMES FOTOPROTETORES DE FARMÁCIAS MAGISTRAIS**. 2009. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Faculdade Integrada da Grande Fortaleza (Fgf), Maringá, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/6420103-Avaliacao-preliminar-da-estabilidade-de-cremes-fo-toprot-etores-de-farmacias-magistrais.html>. Acesso em: 23 de jul 2024

LOPES, Flavio Marques; CRUZ, Reinan de Oliveira da; BATISTA, Karla de Aleluia. **Radiação Ultravioleta e Ativos Utilizados nas Formulações de Protetores Solares**. Goiás: Ensaios e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, 2012. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1I7sFPLZZP-7Oe\\_AuK2xPmm2NQj24vJmb/view](https://drive.google.com/file/d/1I7sFPLZZP-7Oe_AuK2xPmm2NQj24vJmb/view).

LOPO, A. B. et al. RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA, OZÔNIO TOTAL E AEROSSÓIS NA CIDADE DE NATAL-RN. **HOLOS**, v. 6, p. 3-21, 2013.

MANSUR JS; BREDE MNR; MANSUR MCA; Azulay RD. Determinação do Fator de Proteção Solar por espectrofotometria. **An. Bras. Dermatol.** 1986; 61(3):121-124.

MARTINS, S. P.. **Estudo das etapas e equipamentos da produção de um filtro solar e seu lançamento de mercado.** 2019. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

MARQUES, Fabio Luiz N.; MAGNANELLI, Antonio; LCAVO, Laura; ROCHA, Jussara. **Treinamento para os facilitadores dos LIMs: Resíduos grupo B - Químicos.** 2010. Disponível em: [https://www.fm.usp.br/pgrss/conteudo/pgrss\\_2\\_Grupo%20B%20Quimico.pdf](https://www.fm.usp.br/pgrss/conteudo/pgrss_2_Grupo%20B%20Quimico.pdf). Acesso em: 18 jul. 2024.

MESQUITA, Grazielle; TORQUILHO, Helena. **O uso dos carotenoides para a promoção da saúde.** *Perspectivas da Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 2, de 2016. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/revistapct/article/view/699/2010> . Acesso em: 12 de jun 2024.

MERCK. Disponível em: [https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=17826016709&utm\\_content=140155820398&gclid=CjwKCAjw5Ky1BhAgEiwA5jGujkmzsfq2rqdT55n0AoKs00uE5mulnZJe0Bpl831Q6bola1UH8WLZ0hoCZoMQAvD\\_BwE](https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=17826016709&utm_content=140155820398&gclid=CjwKCAjw5Ky1BhAgEiwA5jGujkmzsfq2rqdT55n0AoKs00uE5mulnZJe0Bpl831Q6bola1UH8WLZ0hoCZoMQAvD_BwE).

MILESI, Sabine da S.; GUTERRES, Silvia Stanisçuaski. Fatores determinantes da eficácia de fotoprotetores. **Caderno de farmácia. Porto Alegre, RS. Vol. 18, n. 2 (jul./dez. 2002), p. 81-87, 2002.**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Relatório técnico 25: Perfil do minério de zinco, 2010. Disponível em: [https://antigo.mme.gov.br/documents/36108/448620/P16\\_RT25\\_Perfil\\_do\\_Minxrio\\_d\\_e\\_Zinco.pdf/09125ed0-6b57-b93e-7688-2b33978795dd?version=1.0](https://antigo.mme.gov.br/documents/36108/448620/P16_RT25_Perfil_do_Minxrio_d_e_Zinco.pdf/09125ed0-6b57-b93e-7688-2b33978795dd?version=1.0). Acesso em: 25 de jul. 2024.

MORAIS, Flávia. **Carotenoides: Características Biológicas e Químicas.** Brasília, 2006. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/546/1/2006\\_FlaviaLuisaMorais.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/546/1/2006_FlaviaLuisaMorais.pdf). Acesso em: 11 de jun. 2024.

MOURA, Arthur Thomaz Coutinho de. **Avaliação do descarte de produtos cosméticos em Natal-RN: estudo e avaliação dos riscos e potenciais impactos ambientais.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Departamento de Farmácia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em:

[https://drive.google.com/file/d/1GjqlWIBRd\\_NUPk24qHyxfKqkkdV\\_hdAT/view](https://drive.google.com/file/d/1GjqlWIBRd_NUPk24qHyxfKqkkdV_hdAT/view). Acesso em: 10 jul. 2024.

NASCIMENTO, Luciano. F; SANTOS, Elisabete. P.; AGUIAR, Alcino. P. **Fotoprotetores Orgânicos: Pesquisa, Inovação e a Importância da Síntese Orgânica**. Rio de Janeiro: Revista Virtual de Química, 2013. Disponível em: <https://rvq-sub.sbjq.org.br/index.php/rvq/article/view/352/411>

NOGUEIRA, Glenda de Alencar Vieira Camargos et al. **Fotoprotetores: aspectos gerais, desafios, e perspectivas na produção segura e sustentável**. 2023. SCHALKA, S.; REIS, V.M.S. Fator **de proteção solar: significados e controvérsias**. Anais Brasileiros de Dermatologia, v.86, n.3, p.507-515, 2011.

Nthwane, Y.B., Tancu, Y., Maity, A. *et al.* Characterisation of titanium oxide nanomaterials in sunscreens obtained by extraction and release exposure scenarios. *SN Appl. Sci.* **1**, 312 (2019). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0329-3>. Acesso em: 21 de jul. 2024.

OLIVEIRA, Carlos Eduardo do Nascimento. Avaliação dos riscos associados ao descarte inadequado de medicamentos no Brasil. Brasília, 2014. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/12639/1/2014\\_CarlosEduardodoNascimentoOliveira.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/12639/1/2014_CarlosEduardodoNascimentoOliveira.pdf). Acesso em: 30 de jul, 2024.

OSTERWALDER, U. SOHN, M.; HERZOG, B. **Global state of sunscreens Photodermatology, photoimmunology & photomedicine**, v. 30, n. 2-3, 2014.

PAIXÃO, Ligia Collucci da. **Produtos Naturais com Ação Fotoprotetora**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/c7534ba7-4b4e-4d89-8a41-415f285242d9/3054352.pd>

PELIZZO, M. et al. In Vitro Evaluation of Sunscreens: An Update for the Clinicians. **ISRN Dermatology**, v. 2012, p. 1–4, 27 nov. 2012.

PEREIRA, Margarete Aparecida et al. **Perspectivas da aplicação de nanociência à produção de fotoprotetores**. Conjecturas, v. 22, n. 8, p. 1056-1076, 2022.

PINTO, Gláucia Maria F.; SILVA, Kelly Regina da; PEREIRA, Rosana de Fátima A. B.; SAMPAIO, Sara Issa. Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia (SP), Brasil. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.19, n.3, jul/set 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/5qp6ZpKMcywyMqkW8sGRx3w/?format=pdf>. Acesso em: 31 de jul. 2024.

RIBEIRO, E. P. & SERAVALLI, E. A. G.. **Química de Alimentos**. Instituto Mauá de Tecnologia. Editora Edgard Blücher Ltda, 1ª edição, São Paulo, p.155-157. 2004. Acesso em: 12 de jun 2024.

**RX Suporte**. Correção de pH em filtro solar. Disponível em: <https://www.rxsuporte.com.br/correcao-de-ph-em-filtro-solar/#:~:text=Em%20geral%>

2C%20as%20formula%C3%A7%C3%B5es%20contendo,AMP)%20ou%20hidr%C3%B3xido%20de%20pot%C3%A1ssio. Acesso em: 24 de jul. 2024.

SALDANHA, Cristyane Dias. **AVALIAÇÃO DOS EFEITOS NOCIVOS À SAÚDE ASSOCIADOS A EXPOSIÇÃO AO COMPOSTO OXIBENZONA (BP-3)**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia). Faculdade de Ceilândia, Brasília, 2021. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/37327/1/2021\\_CristyaneDiasSaldanha\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/37327/1/2021_CristyaneDiasSaldanha_tcc.pdf). Acesso em: 30 de jul.. 2024.

SANTOS, R.P. et al. **Técnicas FT-IR (PAS, UATR e Objetiva ATR) Aplicadas à Caracterização de EPDM Modificada com Plasma**. *Polímeros*, vol. 24, n. 3, p. 411-416, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/z8WSJP7BphgznbPxDsjsQYt/>. Acesso em: 23 de jul. 2024.

SILVA, Isabela Caceres da. **Análise do FPS em amostras de protetor solar e sua correlação com a concentração de Benzofenona-3**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/9164>. Acesso em: 31 de jul. 2024

SINIR. **Relatórios nacionais de resíduos sólidos**. 2024. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/nacional/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

TORRES, Ana Carolina Gomes. Pertinência da normativa estadual e distrital sobre logística reversa aplicada ao setor de medicamentos no Brasil. **Revista Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**. 2016, jan./mar, 5(1):41-59. Disponível em: <https://www.cadernos.prodisa.fiocruz.br/index.php/cadernos/article/view/238/342>.

VERGILIO, Mariane Massufero. **Caracterização, avaliação sensorial e físico-química de protetores solares de alta venda e a correlação entre suas propriedades**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VILLELA, GILBERTO G.. **Pigmentos Animais: Zoocromos**. Editado pela Academia Brasileira de Ciências, p.5-31, 1976.

XAVIER, Luciana Araújo; SOUZA, Edineide Cristina A.; REBOUÇAS, Elenilda de Lima. **Separação de pigmentos naturais por cromatografia em coluna: proposta de um experimento fácil e rápido**. RCT - Revista de Ciência e Tecnologia, 2020. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rct/article/view/6763/3186>. Acesso em: 25 de jul. 2024

ZERAIK, M. L.; YARIWAKE, J. H. **Extração de  $\beta$ -caroteno de cenouras: uma proposta para disciplinas experimentais de química**. *Química Nova*, [S.l.], v. 31, n. 5, p. 1259-1262, abr. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/RXnW44W6BfQtKcQFdY9vmXN/>. Acesso em: 21 de jul. 2024.

## APÊNDICE A – NOSSA CAMPANHA AJUDE UM CS

**CampAñHA**  
**Ajude um CS**

**NOSSA PESQUISA REAPROVEITARÁ RESTOS DE PROTETORES SOLARES E POMADAS DE ASSADURAS QUE CONTENHAM ÓXIDO DE ZINCO PARA FAZER UM FOTOPROTETOR DO ZERO!**

**AJUDE TRAZENDO ESSES PRODUTOS CASO TENHA ALGUM RESTINHO, OU QUE JÁ PASSARAM DA VALIDADE. PODERÃO SER DEIXADOS NA GUARITA, POIS ESTAMOS EM PERÍODO DE GREVE.**



**AJUDE-NOS COM NOSSO PROJETO!**

**POR 4ª QUÍMICA**  
**ALEX, JÚLIA H, KAUANA, LETÍCIA F, NELSON E SARA.**  
**ORIENTADORA PATRICIA (JAPA).**



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).