



## SUBSTITUIÇÃO DOS FOTOPROTETORES SINTÉTICOS PRESENTES EM PROTETOR SOLAR COMERCIAL PELOS CAROTENOIDES PRESENTES NA SEMENTE DE URUCUM (*Bixa orellana L.*).

Ana Beatriz Vital Fernandes<sup>1</sup>  
Carlos Eduardo Silva dos Santos<sup>1</sup>  
Eduardo Henrique Campos da Cunha<sup>1</sup>  
Gabriela Santos da Nobrega<sup>1</sup>  
Orientador Professor Dr. Fábio Rizzo de Aguiar

### RESUMO

Os cremes de proteção solar que são comercializados possuem, em sua maioria, fotoprotetores sintéticos, que podem ser prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente quando descartados incorretamente, podendo chegar a fauna marinha e desregular o sistema endócrino dos peixes. Sabendo disso, este trabalho propõe a substituição desses compostos sintéticos por carotenoides.

O urucum (*Bixa orellana L.*) é uma planta nativa brasileira muito comum. Nela, há uma presença dos carotenos bixina e norbixina. Esses dois compostos são antioxidantes e antibacterianos, mas não se tinha conhecimento de que eram bons fotoprotetores. A extração dos carotenoides foi feita com propanona (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O) P.A. Foram formulados cremes hidratantes contendo os fotoprotetores sintéticos e com os extratos de urucum que, após serem analisados no espectrofotômetro de absorção molecular, tiveram suas absorbâncias e seus respectivos fatores de proteção solar comparados. O creme hidratante formulado com o extrato de urucum não demonstra capacidade fotoprotetora quando comparado ao creme comercial.

**Palavras-chave:** Carotenoides, Fotoproteção, Urucum

### ABSTRACT

The sun protection creams that are commercialized have, for the most part, synthetic photoprotectors, which can be harmful to human health and the environment when discarded incorrectly, reaching the marine fauna and disrupting the endocrine system of fish. Knowing this, it was necessary to replace these synthetic compounds with a natural compound.

Urucum (*Bixa orellana L.*) is a very common native Brazilian plant. In it there is a presence of the carotenes bixin and norbixin. These two compounds are antioxidants and antibacterials, but they were not known to be good photoprotectors. Carotenoids were extracted using propanone (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O) P.A. Moisturizing creams were formulated containing synthetic photoprotectors and annatto extracts, which, after being analyzed in the molecular absorption spectrophotometer, had their absorbances and their respective FPS compared. The moisturizing cream in the presence of annatto extract proved to be a poor photoprotector when compared to the commercial cream.

**Keywords:** Carotenoids, Photoprotection, Annatto

<sup>1</sup> Curso Técnico em Química – ETEC Irmã Agostina  
Av. Feliciano Correa s/n – Jardim Satélite - CEP 04815-240 - São Paulo – Brasil \*  
tccgrupo3etecia@gmail.com

Recebido em: 16/06/2022

Apresentado à banca em: 23/06/2022

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o cuidado com a pele deixou de ser uma questão apenas estética e dermatológica, e passou a ser considerado um fator de saúde e bem-estar, influenciando diretamente nas relações pessoais e profissionais dos indivíduos. Isso tem intensificado a produção e procura por produtos que buscam minimizar os efeitos danosos causados à pele pela exposição às radiações solares (DUTRA, 2000).

O protetor solar, cosmético usado no dia a dia por grande parte da população, em sua maioria, possui substâncias sintéticas que são potenciais degradadoras ao meio ambiente, um exemplo disso, são os três fotoprotetores normalmente usados nas indústrias cosméticas: a benzofenona-3, *p*-metoxicinamato de octila e salicilato de octila. (ZHOU 2020; AXELSTAD, 2010; DESTEFANI, 2019)

Por isso, torna-se necessário a aplicação de tecnologias alternativas. Desta forma, o presente trabalho busca testar as potenciais capacidades fotoprotetoras dos carotenoides bixina e norbixina, presentes no urucum (*Bixa orellana L.*) e produzir uma formulação de protetor solar a partir deles, sem a presença das substâncias: *p*metoxicinamato de octila, benzofenona-3, salicilato de octila.

### 1.1. RADIAÇÃO SOLAR

As radiações particularmente nocivas emitidas pelo sol são: Ultravioleta A (UVA) com comprimento de onda entre 320 e 400 nm, Ultravioleta B (UVB) com radiações entre 290 e 320 nm e ultravioleta C (UVC) com radiações entre 100 e 290 nm. As radiações UVC ainda não ultrapassam a camada de ozônio, situada a aproximadamente 25 mil metros de altitude, porém, nos últimos anos, essa camada protetora vem sofrendo modificações pela ação dos poluentes, concentrados especialmente nas grandes cidades. Como consequência, determinados locais da terra já apresentam a camada de ozônio mais fina, como por exemplo na Austrália, permitindo a passagem de raios mais agressivos e em maior quantidade. (DUTRA, 2000)

### 1.2. FOTOPROTETORES

Os fotoprotetores, substâncias que absorvem ou refletem a radiação UV, são adicionados em formulações de cremes, loções, sprays de cabelo, xampus, fragrâncias e maquiagens com o intuito de proteger contra essas radiações, prevenindo o fotoenvelhecimento e o câncer de pele (DESTEFANI, 2019).

Em contrapartida, quando descartados, os fotoprotetores não são removidos ou eliminados nos processos convencionais de tratamento de água e esgoto, uma vez que estudos constataram a presença em concentrações baixas no meio aquático (BALMER, 2005; GAGO-FERRERO, 2013; POIGER, 2005).

Tendo em vista sua capacidade de persistência, bioacumulação e potencial como desregulador endócrino, essas substâncias são classificadas como poluentes emergentes (SUZUKI, 2004; DESTEFANI, 2019).

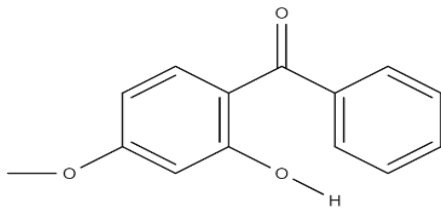
### 1.3. BENZOFENONA-3

A benzofenona-3 ((2-Hidroxi-4-metoxifenil)fenilmetanona), é o derivado mais utilizado em formulações de filtro protetores, por possuir a melhor estabilidade fotoquímica. Possui massa molar de 228,2 g mol<sup>-1</sup>, temperatura de fusão entre 62 e 64 °C e absorção em comprimento de onda de 240 a 360 nm. Também é conhecida por oxibenzona, Eusolex® 4360 e difenilcetona (ROGGIA, 2014; DESTEFANI, 2019).

A benzofenona-3 (Figura 1) é uma substância encontrada naturalmente em flores e, além do uso como filtro solar em cosméticos, também pode ser usada como fotoiniciador em reações poliméricas, aditivo alimentar e como fixador de perfumes (KIM, 2018; DESTEFANI, 2019)

No Brasil, a legislação regulamentada pelo Ministério da Saúde conforme RDC N° 69/2016, permite a concentração máxima de 10% de Benzofenona-3 na formulação de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes (ANVISA, 2012; KIM, 2018; DESTEFANI, 2019).

Figura 1: Estrutura da benzofenona-3



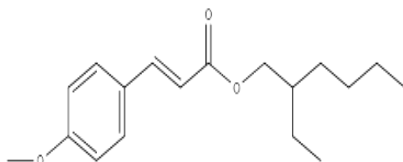
(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

#### 1.4. *p*-METOXICINAMATO DE OCTILA

Dentre as classes de filtros solares químicos ou orgânicos pode ser citada a família dos cinamatos, na qual o *p*-metoxicinamato de octila (OMC), ((*RS*)-2-Etilhexil (2*E*)-3-(4-metoxifenil)prop2-enoato) é um dos mais utilizados na proteção frente à radiação UVB do espectro eletromagnético (SHAATH e PATHAK, 1997).

A figura 2 mostra a estrutura molecular desse composto, onde pode-se observar uma insaturação extra, conjugada com o anel aromático e o grupamento carbonila que permite o deslocamento eletrônico.

Figura 2: Estrutura do *p*-Metoxicinamato de Octila



(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

O OMC apresenta absorção máxima no comprimento de onda de 310 nm, porém, é relatada sua degradação pela luz solar e consequente transformação no isômero CIS, cujo comprimento de onda de máxima absorção é de 265 nm, o que diminui sua eficácia. Portanto, é geralmente associado a filtros solares com espectro mais amplo, quando se deseja maior proteção (CABRAL; PEREIRA; PARTATA, 2011; KULLAVANIJAYA; 2005)

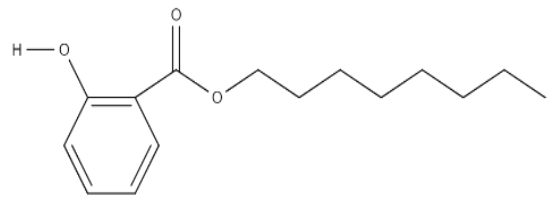
#### 1.5. SALICILATO DE OCTILA

O salicilato octila (octil 2-hidroxi benzoato) é um cinamato substituído usado em formulações protetoras solar como filtro solar por aplicação tópica, absorve efetivamente a radiação UVB, mas

absorve pouco ou nenhuma radiação UVA. Sua combinação com a benzofenona pode dar um aumento no efeito fotoprotetor (DUTRA, 2000).

Absorve com maior intensidade no espectro ultravioleta na faixa de 307-310 nm em álcool etílico ou óleo mineral, com absorvidade molar de  $4,900 \text{ mol}^{-1} \text{ Cm}^{-1}$ . Possui boa estabilidade quando armazenado em local com baixa temperatura e seco, deve-se evitar contato com metais. (DUTRA, 2000).

Figura 3: Estrutura do Salicilato de Octila



(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

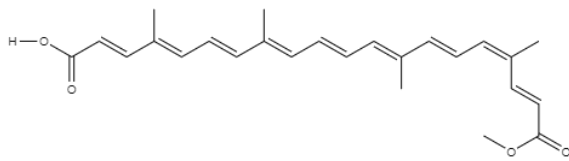
#### 1.6. CAROTENOIDES

Os carotenoides são pigmentos vermelhos, alaranjados ou amarelados naturalmente presentes em raízes, folhas, sementes, frutas e flores, que também podem ser encontrados, embora em menor quantidade, em alimentos de origem animal, como ovos, carnes e peixes. Responsáveis pela fotoproteção de tecidos vegetais. Esta função fotoprotetora é semelhante a atividade antioxidante que os carotenoides exercem nos seres humanos. Além disso, os carotenoides possuem a função de servirem como percussores da vitamina A (MANACH, 2004; BARCELOS, 2010).

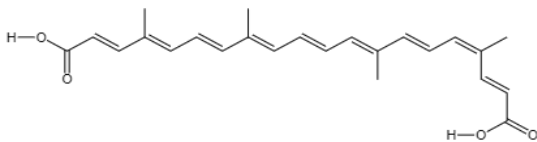
#### 1.7. BIXINA E NORBIXINA

A bixina (ácido 4,8,13,17tetrametil-20metoxi-20-oxoicoso-2,4,6,8,10,12,14,16,18nonaenoico) (Figura 1-A) e a norbixina (ácido-4,8,13,17tetrametilicoso-2,4,6,8,10,12,14,16,18nonaenoico) (Figura 2-B) são os carotenoides presentes em maior concentração no arilo da semente do urucum (*Bixa orellana L.*) (CUSPINERA, 2002).

Figura 4: Estrutura da bixina (A) e norbixina (B).



(A)



(B)

(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia foi rigorosamente seguida no desenvolvimento do trabalho. Além disso, todos os ensaios envolvendo o extrato foram realizados tendo o menor contato possível com a luz, por conta de sua fotossensibilidade.

### 2.1. MATERIAIS 2.2. MATERIAIS UTILIZADOS

Para a realização do trabalho foram utilizados os seguintes materiais: béqueres, bastões de vidro, balões volumétricos, pipetas de Pasteur, pipeta automática, proveta, termômetros, funil de Büchner, kitassato, bomba a vácuo, almofariz e pistilo, cubetas de quartzo, balança analítica, banho-maria, estufa, espectrofotômetro, mixer, rotaevaporador e espátulas de metal, disponíveis no Laboratório de Análise Instrumental da ETEC Irmã Agostina.

### 2.3. REAGENTES

Nos procedimentos, foram utilizados os reagentes relacionados na Tabela 1:

Tabela 1 - Reagentes e suas respectivas fórmulas químicas

Reagentes	Fórmula molecular
Água destilada	H <sub>2</sub> O
Propanona P.A.	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O
Propilenoglicol	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
Bixina	C <sub>25</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub>

Norbixina	C <sub>24</sub> H <sub>28</sub> O <sub>4</sub>
Essência	-
Óleo mineral	-
Etanol 96% GL	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O
Pollawax	-
Propilparabeno	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>
Metilparabeno	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>
Benzofenona-3	C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>
<i>p</i> -Metoxicinamato de octila	C <sub>18</sub> H <sub>26</sub> O <sub>3</sub>
Salicilato de octila	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O <sub>3</sub>

(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

## 3 METODOLOGIA

### 3.1. OBTENÇÃO DO URUCUM (*BIXA ORELLANA L.*)

As sementes de urucum foram compradas no site da loja Empório Quatro Estrelas, que possui loja física em Perdizes, São Paulo.

### 3.2. EXTRAÇÃO DOS CAROTENOIDES

Os carotenoides presentes nas sementes de urucum (*Bixa Orellana L.*) foram extraídos utilizando a propanona P.A., conforme o método descrito por Costa e Chaves (2005).

Foram pesados aproximadamente 10 g das sementes, que foram trituradas em almofariz ou processador, e, depois, submetidas a extração com 40 mL de propanona P.A. Deixaram-se as amostras em repouso por cerca de 50 minutos com o menor contato de luz possível.

Em seguida, filtrou-se a vácuo as sementes maceradas, adicionando-se pequenas porções de propanona. Levou-se o extrato ao banho-maria até quase secura do solvente, posteriormente o resíduo foi levado à estufa a 45 °C por aproximadamente 24 horas.

### 3.3. PREPARO DO CREME FOTOPROTETOR

Com o intuito de analisar as capacidades fotoprotetoras dos carotenoides presentes na semente de urucum, foram preparados 2 cremes: um creme controle com a benzofenona-3, *p*-metoxicinamato de octila e o salicilato de octila (tabela 2), e o segundo com a bixina e a norbixina (tabela 3).

Tabela 2: Componentes e suas respectivas quantidades da primeira formulação

Componentes aquosa	Quantidade (%) Fase aquosa
Propileno Glicol	1,5
Metilparabeno	0,2
Água destilada	q.s.p. 50,00g
<b>Fase oleosa</b>	
Pollawax	6
Óleo mineral	1,5
Propilparabeno	0,1
<b>Filtros solares</b>	
Benzofenona-3	0,3
p-Metoxicinamato de octila	0,75
Salicilato de octila	0,1

(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

Durante o preparo do primeiro creme foram aquecidas, separadamente, a fase oleosa e a fase aquosa à temperatura aproximada de 80° C. Sob agitação, foi adicionada a fase aquosa à fase oleosa com posterior resfriamento.

**Tabela 3: Componentes e suas respectivas quantidades da segunda formulação**

Componentes	Quantidade (%)
<b>Fase aquosa</b>	
Propileno Glicol	1,5
Metilparabeno	0,2
Água destilada	q.s.p. 50,00
<b>Fase oleosa</b>	
Pollawax	6
Óleo mineral	1,5
Propilparabeno	0,1
<b>Filtros solares</b>	
Bixina e Norbixina	1

(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

Para a confecção do segundo creme, seguiu-se da mesma maneira. Quando adicionados antes

do aquecimento, os fotoprotetores foram inseridos na fase aquosa.

### 3.4. DETERMINAÇÃO DE FPS

Conforme o método utilizado por Benetti (2016) e descrito por Mansur (1986), preparou-se uma solução 0,2 µg/mL de creme fotoprotetor com o extrato de urucum, utilizando etanol 96% GL como solvente, em um balão de 10mL. Depois de pronta a solução, colocou-se em uma cubeta de quartzo e, utilizando o etanol como branco, mediuse a absorvância da solução nos comprimentos de onda de 290, 295, 300, 305, 310, 315 e 320 nm. Os valores de absorvância obtidos foram aplicados na fórmula matemática de Mansur (1986), descrita na Fórmula 1, para a obtenção dos valores de FPS.

$$FPS = FC \cdot \sum_{290nm}^{320nm} EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot Abs(\lambda)$$

(Fórmula 1)

Onde:

FC = Fator de Correção (1);

$\sum_{290nm}^{320nm}$  = Soma dos resultados de cada comprimento de onda de 5 em 5 nm;

EE (λ) = Efeito eritematogênico (potencial de causar queimadura de pele) obtido com radiação monocromática no comprimento de onda;

I (λ) = Intensidade da luz solar no comprimento de onda;

Abs (λ) = Absorvância da solução no comprimento de onda.

EE (λ) \* I foram calculados previamente por Sayre e colaboradores (1979), de acordo com a tabela 4.

**Tabela 4: Relação efeito eritemogênico (EE) versus intensidade da radiação (I) conforme o comprimento de onda (λ) (Sayre, 1979)**

λ (nm)	EE x I
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180

(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

Σ  
1,0000

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os extratos obtidos com propanona P.A. (Tabela 5) foram utilizados para dar seguimento ao projeto. Dos três ensaios de extração realizados, foi obtido 3,53 g de um sólido avermelhado, alegadamente a mistura de carotenoides com um rendimento de 11,65 com desvio padrão de 2,47.

**Tabela 5: Massa de extrato obtido em cada lote**

Lote	Massa de urucum (g)	Volume de propanona (mL)	Massa de extrato (g)	Rendimento (%)
1	10,4046	40	0,9162	8,80
2	10,0059	40	1,3029	13,02
3	10,0073	40	1,3157	13,14

(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

### 4.1. PREPARO DOS CREMES HIDRATANTES

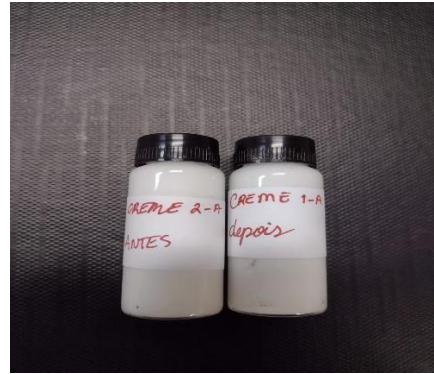
No primeiro creme hidratante formulado, os fotoprotetores, tanto os sintéticos quanto os carotenoides foram adicionados após o aquecimento das fases, já nos dois últimos cremes, os fotoprotetores foram adicionados antes do aquecimento das fases, com o intuito de observar e comparar os resultados de suas absorbâncias. Os cremes em que os carotenoides foram adicionados tiveram uma mudança em sua coloração, enquanto os que possuíam fotoprotetores sintéticos continuaram com sua coloração inicial.

**Figura 5: Creme hidratante com carotenoides**



(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

**Figura 6: Creme hidratante com fotoprotetores sintéticos**



(Fonte: DO PRÓPRIO AUTOR, 2022)

### 4.2. DETERMINAÇÃO DO FPS

Prepararam-se 10 mL da solução etanólica de creme hidratante com extrato do urucum na concentração de 0,2 µg/mL a partir da diluição de uma outra solução a 200 µg/mL de creme hidratante com o extrato, utilizando também etanol como solvente. Depois de pronta, analisou-se no espectrofotômetro a solução, juntamente com o branco, na faixa de 290 a 320nm, com intervalo 5 em 5 nm. Após a obtenção dos valores de absorbância, aplicou-se esses valores na Fórmula 1.

As análises em espectrofotômetro foram feitas em triplicata interamostral e intramostral em ambos os cremes, e seu FPS foi calculado com a média aritmética das absorbâncias obtidas aplicadas na equação de Mansur.

O fator de proteção solar médio dos 3 cremes com os fotoprotetores sintéticos foi de 1,1078 enquanto o FPS médio dos 3 cremes com os carotenoides foi de 0,0005.

Após compararmos os dois resultados dos FPS obtidos, chegamos a conclusão de que os carotenoides não são eficazes para realizar essa substituição.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram pesados ao todo 30g das sementes de urucum, que foram maceradas separadamente. as primeiras 10g foram maceradas com o auxílio do almofariz e pistilo, essa extração teve um rendimento de 8,8%. As outras 20g foram maceradas utilizando o processador. O processo de extração com o processador se mostrou mais eficiente, tendo um rendimento de aproximadamente 13%

Quanto a extração dos carotenoides da semente de urucum (*Bixa orellana* L.), posteriormente a primeira extração, optou-se por, após a filtração, evaporar a propanona presente pelo rotaevaporador, uma vez que se percebeu que

a evaporação por banho-maria era lenta e continha riscos de perda do material.

Verificou-se a partir do preparo dos cremes hidratantes que os fotoprotetores – sintéticos ou naturais – adicionados antes do aquecimento das fases apresentam maior eficiência e não interferem na consistência do creme, portanto os fotoprotetores, nas últimas formulações, foram adicionados antes do aquecimento das fases.

Através da determinação de FPS e após ser comparado com a formulação de cremes fotoprotetores padrão, pode-se perceber que os carotenoides, segundo Ana Luneta (2019), podem ser bons conservantes e bons antioxidantes, porém, não demonstram capacidades fotoprotetoras na concentração de 1% e não podem ser utilizados para substituição dos fotoprotetores já comercializados.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todo o corpo docente da instituição Etec Irmã Agostina, em especial aos professores da disciplina de DTCC, Thais Taciano e Fábio de Rizzo Aguiar que nos acompanharam durante o desenvolvimento do TCC, a professora Márcia da Silva que nos auxiliou com a formulação dos cremes hidratantes, e ao nosso orientador, Prof. Dr. Fábio Rizzo de Aguiar que nos apoiou e acreditou em nosso trabalho.

Por fim, agradecemos aos nossos amigos e familiares pelo apoio durante toda a nossa vida acadêmica, principalmente nessa etapa tão importante.

## REFERÊNCIAS

- ANA LUNETA; BRITTO; KISSUANI; DUARTE; FRAZÃO. **substituição dos aditivos sintéticos, antioxidantes e antibacterianos, pelo extrato de bixina extraído do urucum (bixa orellana L.) na formulação de cosméticos.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Química) – ETEC Irmã Agostina, São Paulo. 2019.
- ANVISA. **Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos e dá outras providências.** [Online] 01 de Junho de 2012.
- AXELSTAD, BOBERG, HOUGAARD, CHRISTIANSEN, JACOBSEN, MANDRUP, NELLEMAN. **Effects of pre- and postnatal exposure to the UV-filter OctylMethoxycinnamate (OMC) on the reproductive, auditory and neurological development of rat offspring, toxicology.** 2010, Vol. v. 250, pp. p. 278-290.
- BALMER, M. E.; BUSER, H.; MULLER, M. D.; POIGER, T.. **Occurrence of Some Organic UV Filters in Wastewater, in Surface Waters, and in Fish from Swiss Lakes.** Environmental Science & Technology, v. 39, p. 953-962, 2005.
- BARCELOS, GUSTAVO RAFAEL NIAZZARON. **Avaliação das propriedades antigenotóxicas e antioxidantes do Flavonóide quercetina e dos carotenóides bixina e norbixina.** Universidade de São Paulo. Riberão Preto : s.n., 2010.
- BENETTI, Giovanna *et al.* Utilização de flavonoides extraídos da Aloe vera na formulação de filtro solar. **ETEC Irmã Agostina**, [S. l.], p. 6-7, 2016.
- CABRAL, L. D. S.; PEREIRA, S. O.; PARTATA, A. N.. **Filtros solares e fotoprotetores mais utilizados nas formulações no brasil.** Revista Científica do ITPAC, Araguaína, v. 4, n.3, 2011.
- CHAVES; COSTA. **Extração de pigmentos das sementes de Bixa orellana L.** Universidade federal do Piauí . Teresina : s.n., 2004.
- CUSPINERA, Veronica Galindo *et al.* Comparison of Volatile Compounds in Water- and Oil-Soluble Annatto (Bixa orellana L.) Extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], 2002.
- DESTEFANI; MARÍLIA. **Avaliação da degradação de Benzofenona-3 por porcesso de UV/H2O2.** Curitiba : Univerversidade tecnológica federal do paraná , 2019.
- DUTRA; ELIZÂNGELA ABREU. **Filtros Solares: Determinação espectrofotométrica e cromatografica .** Universidade de São Paulo. São Paulo : s.n., 2000.
- GAGO-FERRERO, P.BADIAFABREGAT, M. OLIVARES, A, PIÑA, B,BLÁNQUEZ. **Evaluation of fungal-and photo-degradation as potential tratments for the removal of sunscreens BP3 and BP** 2012, Science of the total environment, Vol. V.427, pp. P.355-363.
- KIM. **Degradação de filtros solares selecionados, ureia e desinfecção de água de piscina por fotoeletrocatalise combinada com ozonização.** Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química. Araraquara : s.n., 2018.
- KULLAVANIJAYA, P.; LIM, H.W. **Photoprotection.** Journal of American Academy of Dermatology, v.52, p.937-958, 2005.

MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, C., RÉMÉSY, C. AND JIMÉNEZ, L.  
**Polyphenols: Food sources and bioavailability. Americ. J. Clin. 2004 Nutri. 79:727-747.**

MANSUR. **Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria.** Rio de janeiro: s.n., 1986. pp. 124-124.

ROGGIA, I., et al. **Validação de metodologia analítica para a determinação de benzofenona-3 nanoencapsulada incorporada em cremegel e estudo da estabilidade** 2004, Revista Ciências Farmacêuticas Básica Aplicada, Vol. V.35, pp. 223-23.

SAYRE. **Comparison in vivo and vitro testing of suncreening formulos. Photochen. Photobiol,** Oxford V29, p.559-556, 1979. Oxford : s.n., 1979.

SHAATH, N.A. **Evolution of modern sunscreen Chemicals.** In: Lowe, N.J.;SHAATH, M. A.; PATHAK, M. A. Sunscreens Development, Evaluation, and Regulatory Aspects. New York: Marcel Dekker, p. 589-600, 1997

SUZUKI, T.; KITAMURA, S.; KHOTA, R. et al. **Estrogenic and antiandrogenic activities of 17 benzophenone derivatives used as UV stabilizers and sunscreens.** Toxicology and Applied Pharmacology, v. 203, n. 1, p. 9-17, 2005.



ZHOU; RANRAN. **Interactive effects of polystyrene nanoparticles and ethylhexyl salicylate. China** : college of environment Hohai University, 2020.