

Sustentabilidade ambiental em filtros solares envolvendo produtos naturais

Fernanda Antunes Mota¹, Bruna Nayane Goncalves de Souza Soares¹, Ângela Leão Andrade², Kerley dos Santos Alves³, Viviane Martins Rebello dos Santos²

¹Mestranda do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade Sócioeconômica Ambiental (PPGSSA). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), 35400-000, Ouro Preto/MG, Brasil

²Docente Departamento de Química e do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade Sócioeconômica Ambiental (PPGSSA). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), 35400-000, Ouro Preto/MG, Brasil

³Docente Departamento de Turismo e do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade Sócioeconômica Ambiental (PPGSSA) e no Mestrado Turismo e Patrimônio (PPGTURPATRI). Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), 35400-000, Ouro Preto/MG, Brasil

*E-mail do autor correspondente: vivianesantos@ufop.edu.br

Submetido em: 15 out. 2024. Aceito em: 19 dez. 2024

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo promover, através de dados fornecidos da literatura, uma discussão, acerca dos malefícios do protetor solar sintético à saúde humana, produto este formulado a partir de várias substâncias químicas, que poderão ser mais nocivas à saúde humana do que a própria radiação solar. Faz-se necessária a reflexão, pois o câncer de pele é a neoplasia com a maior incidência no Brasil, e age com maior propensão nas pessoas sensíveis a exposição solar, isto é, aquelas que necessitam obrigatoriamente a utilização de protetor solar. O protetor solar sintético também é considerado catalisador de diversos impactos ambientais, em especial, os ocorridos no ecossistema marinho. Diante das inúmeras malignidades proporcionadas pelo fotoprotetor sintético, se faz necessária à discussão de uma alternativa, sobretudo, da necessidade de formulação de um fotoprotetor a partir de substâncias naturais, que proporcionem a mesma proteção contra a radiação solar e que não sejam danosos ao meio ambiente.

Palavras-chave: Câncer de Pele, Protetor Solar Sintético, Protetor Solar Natural, Impacto Ambiental.

Abstract

Environmental Sustainability in sunscreens involving natural products

The present article aims to promote a discussion about the harmful effects of synthetic sunscreen on human health, a product formulated from several chemical substances that can be more harmful to human health than solar radiation itself. The reflection is necessary, because skin cancer is the cancer with the highest incidence in Brazil, and it acts with greater propensity in people sensitive to sun exposure, i.e., those who necessarily need to use sunscreen. Synthetic sunscreen is also considered a catalyst of several environmental impacts, especially those occurring in the marine ecosystem. Given the numerous malignancies provided by synthetic sunscreen, it is necessary to discuss an alternative, especially the need for formulation of a sunscreen from natural substances, which provides the same protection against solar radiation and is not harmful to the environment.

Keywords: Skin Cancer, Synthetic Sunscreen, Natural Sunscreen, Environmental Impact.

Introdução

Um dos grandes desafios enfrentados pela humanidade atualmente está relacionado ao fato de continuar evoluindo, ao mesmo tempo que precisa diminuir os impactos socioambientais e promover a sustentabilidade. Para isso, a humanidade tem buscado novas tecnologias que gerem formas inovadoras de produção, distribuição de bens e serviços que favoreçam a diminuição do impacto gerado ao meio ambiente (Silva et al., 2012; Rabêlo, 2015).

Os termos "inovação" e "sustentabilidade" estão intimamente ligados, pois a busca por maior eficiência e sustentabilidade em produtos, processos ou serviços exige, inevitavelmente, a introdução de inovações. Um conceito relevante que surge da combinação desses dois aspectos é o deecoinovação, que une inovação com práticas sustentáveis.

A ecoinovação pode ser definida como o desenvolvimento, adoção ou aproveitamento de produtos, processos produtivos, serviços ou métodos de gestão e negócios que sejam novos para a sociedade (sejam eles criados ou implementados), e que, ao longo de seu ciclo de vida, resultem na redução de riscos ambientais, poluição e outros impactos negativos causados pelo uso de recursos, em comparação com as alternativas existentes (Kemp; Pearson, 2008). O conceito de "ecoinovação" está também ligado ao de "ecoeficiência", que abrange as dimensões econômica e ambiental da sustentabilidade. Essa abordagem busca desenvolver bens e serviços que atendam às necessidades humanas a preços competitivos, ao mesmo tempo que reduzem de forma significativa e contínua os impactos ambientais, mantendo-os dentro dos limites suportáveis pelo planeta (Elkington, 2001).

Exemplos de inovações ecoeficientes incluem a redução do consumo de materiais e energia por unidade produzida, a eliminação ou redução de substâncias tóxicas, e o aumento da durabilidade dos produtos (Barbieri et al., 2010).

Nesse contexto, a busca por inovações sustentáveis tem se tornado uma prioridade crescente para diversas organizações, especialmente empresas. Para que uma organização se destaque como inovadora e sustentável, é fundamental que ela desenvolva inovações que abranjam as várias dimensões da sustentabilidade, gerando benefícios tanto para a empresa quanto para a sociedade e o meio ambiente (Barbieri; Carlos; Simantob, 2007).

Um exemplo dessa necessidade é observado na área de saúde pública no Brasil, onde o aumento da incidência de câncer de pele já é considerado uma epidemia, em grande parte devido ao excesso de exposição solar. Além das medidas comportamentais, como o uso de roupas adequadas e evitar atividades ao ar livre durante os horários mais quentes, o uso de protetores solares é uma das formas mais eficazes de proteção contra a radiação solar. No entanto, muitos fotoprotetores sintéticos contêm a substância 3-benzofenona, que pode ser prejudicial tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente. Pesquisas indicam que a 3-benzofenona pode causar diversas reações alérgicas, pois, sendo uma substância instável, precisa ser combinada a outros filtros químicos (Antunes et al., 2021; Schlump et al., 2001).

Além da 3-benzofenona, diversos outros compostos químicos presentes nos protetores solares sintéticos têm mostrado efeitos negativos, especialmente em adolescentes do sexo masculino, com impacto no sistema endócrino e outros efeitos adversos. No aspecto ambiental,

certos compostos químicos desses protetores podem contribuir para a destruição dos recifes de corais, causando o embranquecimento e eliminando as zooxantelas, fundamentais para a sobrevivência dos corais, devido à alta concentração de protetores solares sintéticos nas águas. (Antunes et al., 2021; Schlump et al., 2001).

Assim, a radiação UV, que causa diversos problemas dermatológicos, como queimaduras, envelhecimento precoce e câncer de pele, juntamente com o uso de substâncias prejudiciais nos protetores solares convencionais, reforça a necessidade de inovações sustentáveis nesse setor. O desenvolvimento de produtos que protejam eficazmente contra a radiação solar, enquanto minimizam os impactos ambientais, representa uma oportunidade para as empresas aliam a sustentabilidade à proteção da saúde humana. (Antunes et al., 2021; Schlump et al., 2001).

Metodologia

As bases de dados para a revisão bibliográfica foram Web of Science, Science Direct e Google Scholar. O levantamento da pesquisa bibliográfica envolveu a combinação das palavras chaves desta pesquisa e o período de pesquisa foi de agosto de 2022 até agosto de 2024. Os resultados foram selecionados por relevância e limitados a estudos publicados em diferentes idiomas (inglês e português).

Referencial Teórico

Filtros Solares Sintéticos

Os filtros solares ou protetores solares são substâncias que sobrepostas sobre a pele preservam a mesma contra a ação dos raios ultravioletas do sol. O espectro solar que atinge a

terra é composto quase inteiramente de radiação ultravioleta. Cada indivíduo reage à incidência da radiação de forma diversa, podendo ser com calor para ondas infravermelhas e reações fotoquímicas para as radiações ultravioletas (UV) (Flor; Davolos; Correa, 2007).

O filtro solar pode ser considerado uma manipulação cosmética que contém agentes fotoprotetores. Os agentes reduzem os efeitos danosos dos raios UV através da absorção, reflexão ou difusão dos raios incidentes. A substância cosmética é classificada como “filtros físicos” ou “filtros químicos”. Porém, esta designação não é adequada, tendo em vista que a ação dos fotoprotetores será físico, na maioria das vezes. A classificação correta para estas substâncias é em orgânicas ou inorgânicas, em função da sua respectiva natureza química. Em resumo, os compostos orgânicos agem via absorção e os inorgânicos através da reflexão dos raios UV (Nascimento et al., 2009).

Com a difusão de informações oportunizada pela internet, a questão de uso do protetor solar tem recebido a relevância devida e as pessoas estão se conscientizando com o risco de câncer de pele e buscando o uso do protetor solar. Com esse aumento de consumo, o mercado tem produzido vários produtos contendo em sua fórmula protetora solar, como exemplo, hidratantes, loções capilares e para a pele, etc. (Costa, 2019). Ocorre que diversos produtos formulados como protetores solares, visando a proteção dos perigos do fotoenvelhecimento ou do câncer de pele podem possuir componentes químicos extremamente prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, principalmente, o marítimo (Araújo; Souza, 2008).

O filtro solar consiste em uma confecção cosmética que deverá conter agentes fotoprotetores. Sendo que, a função destes

agentes será minimizar os efeitos dos raios UV. E a substância resultante desta composição será considerada como orgânica ou inorgânica, em razão de sua essência química, em resumo, compostos orgânicos agem através de sua absorvência (absorvendo a radiação solar) e os inorgânicos através da reflexão dos raios UV (refletindo a radiação solar) (Costa, 2019).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA é responsável pela difundir o regulamento técnico que dispõe a Lista de filtros ultravioletas permitidos na formulação de cosméticos em geral. O documento em tese relaciona as 38 substâncias e a dosagem recomendada (D'avila, 2020).

Impactos de Filtros Solares na saúde e meio-ambiente

Diante da necessidade da proteção da radiação solar, o protetor passou a ser considerado um produto de uso contínuo e diário. Diante disso, pesquisadores começaram a considerar e avaliar a existência de algumas toxicidades neles, tanto para pessoas, quanto para o meio-ambiente. Tais pesquisas têm mostrado alterações na pele, desenvolvimento de melanoma (tipo de câncer de pele), deficiências no desenvolvimento fetal e neonatal, alterações endocrinológicas, além de efeitos neurotóxicos e efeitos inalatórios com seu uso (D'avila, 2020). Além das toxicidades para os seres humanos, o protetor solar também causa um prejuízo significativo ao meio ambiente, tendo em vista que alguns são formulados a partir de vários produtos químicos tóxicos aos cursos d'água e a vida aquática. Essa toxicidade para o meio aquático se deve ao fato dele ser aplicado para proteção solar e, através da prática de esportes marítimos, nado, etc., ser eliminado na água. Assim, diversos estudos mostram a presença de

filtros solares orgânicos em águas superficiais ou estações de tratamento de água (Saewan; Jimtaisong, 2013; Tashiro; Kameda, 2013; Dinardo; Downs, 2018).

Nesse sentido, há uma preocupação quanto ao uso da 3- benzofenona (oxibenzona) como filtro solar. Ele está e atua bloqueando os raios UV. Alguns médicos expressam preocupação de que um elevado nos índices de pessoas com câncer de pele possa estar direcionado a sua utilização e relatam que os dados de segurança à saúde e ao meio-ambiente fornecido pelas indústrias de cosméticos estão atrasados por datarem de 20 a 40 anos atrás. Estudos científicos têm sugerido que a 3- benzofenona provoca danos celulares e desequilíbrios hormonais, acumulando riscos para a saúde humana. O problema é preocupante, uma vez que foi observado que apenas cerca de 4% de 3- benzofenona é absorvida pela pele. Dessa forma, aproximadamente 96% do ativo contido no produto é eliminado na água (Dinardo; Downs, 2018). Quando em água do mar, a 3- benzofenona provoca prejuízo na reprodução de peixes, mortalidade e potencial extinção dos recifes de corais. Eles estão sofrendo branqueamento, o que provoca deformações morfológicas. Esta ação branqueadora dos recifes ocorre quando os corais desprendem as algas que os revestem, ficando assim, sem o revestimento colorido. As algas são consideradas seus alimentos primários, que ocorre através da simbiose. Segundo Craig Downs, os componentes químicos dos filtros solares “causam mais danos aos recifes de corais do que as alterações climáticas”. Esse filtro solar sintético também pode causar graves problemas em peixes, ouriços do mar e mamíferos marinhos, uma vez que os corais acolhem 25% a 50% das espécies marinhas e exercem um papel

fundamental na proteção contra a erosão dos solos e na diminuição dos danos causados por furacões e tsunamis (National Geographic, 2019). Estima-se que 14 mil toneladas de protetor solar estão sendo liberados anualmente nos oceanos, sendo um de seus principais poluidores (National Geographic, 2019).

Além dos problemas já citados, causados pela oxibenzona, esse composto e o ácido para-aminobenzoico (PABA) são filtros solares que apresentam altas taxas de reações alérgicas, sendo a oxibenzona considerada com o maior potencial (Dinardo; Downs, 2018).

Outros produtos químicos usados como filtros solares sintéticos e nocivos à saúde são:

- Homosalato, que desequilibra os hormônios como estrogênio e progesterona;
- Ensulizol (ácido fenilbenzimidazol sulfônico), relacionado a casos de câncer;
- 4-metilbenzilideno-cânfora, relacionado a distúrbios endócrinos;
- Octinoxato (etilhexil metoxicinamato), que causa alergias e distúrbios hormonais.

Além de tudo que já foi discutido, filtros químicos sintéticos foram encontrados em amostras de leite materno, expondo fetos e recém-nascidos a estas substâncias (National Geographic, 2019).

Filtros solares contendo compostos inorgânicos também têm apresentado toxicidade. Apesar de não haver evidências de que as nanopartículas de óxido de zinco sejam absorvidas pela pele, existe a preocupação de que elas possam induzir citotoxicidade, estresse oxidativo e danos ao DNA, como foi observado em estudos realizados em culturas celulares (Mohammed et al., 2019).

Agentes bioativos naturais

Com base em tudo o que foi exposto, é crescente a busca de um protetor solar que minimize ou evite os danos causados pelos protetores solares sintéticos ao meio ambiente, e seja efetivo na proteção da pele contra os efeitos indesejados da radiação solar.

Vários compostos naturais têm sido estudados para isso. Por exemplo:

Aloe Vera

As folhas de *Aloe vera* e *A. barbadensis* são a fonte do gel de aloe vera. O gel de aloe vera é amplamente utilizado em cosméticos e produtos de higiene pessoal por sua ação hidratante e revitalizante. Ele bloqueia tanto os raios UVA quanto os UVB e mantém o equilíbrio natural de umidade da pele. A enzima bradiginase, presente no aloe, impede as queimaduras solares e estimula a intervenção do sistema imunológico. Acemannan, que é um mucopolissacarídeo do isômero D, acelera a fase de reparo e aumenta a produção de fibroblastos e colágeno. Extratos de aloe e aloína da planta possuem picos espectrofotométricos em cerca de 297 nm e, por isso, podem atuar como protetor solar para a pele e também para o cabelo (Vogler; Ernst, 1999; West; Zhu, 2003; Rajpal, 2002).

Tomate

O fruto do tomate (*Lycopersicon esculentum*) é a principal fonte de licopeno e tem sido estudado por sua atividade antioxidante nas áreas cosmética e farmacêutica. O tomate é rico em licopeno, um poderoso antioxidante e carotenoide anticancerígeno amplamente estudado, com uma forte capacidade redutora. O licopeno é um carotenoide que confere a cor vermelha aos tomates. Não é apenas um pigmento, mas também um potente antioxidante que neutraliza radicais livres, especialmente aqueles derivados do oxigênio, presentes sob a membrana lipídica e a camada da pele. O

licopeno elimina radicais lipídicos, reduz a peroxidação lipídica e previne o eritema causado pela radiação UV na pele. O licopeno pode reduzir os danos que a luz UV pode causar na pele e aumentar a proteção contra os efeitos de curto prazo (queimadura solar) e os efeitos cumulativos da exposição ao sol (câncer) (Sahasrabudde, 2011; Stahl et al., 2006).

Chá verde

O chá verde é obtido das folhas frescas da planta *Camellia sinensis*. Acredita-se que os polifenóis sejam os principais mediadores quimiopreventivos. O chá verde contém quatro polifenóis principais: (-)-epicatequina (EC), (-)-epicatequina-3-galato (ECG), (-)-epigallocatequina (EGC) e (-)-epigallocatequina-3-galato (EGCG). Ele também contém outros componentes, como cafeína, flavonoides, ácidos fenólicos, bem como os alcaloides teobromina e teofilina. A primeira evidência de que os polifenóis do chá verde poderiam ter um papel protetor contra o câncer de pele induzido por UV veio de estudos realizados por Wang et al., que mostraram que o chá verde administrado na água potável para camundongos SKH-1 sem pelos resultou em um prolongamento dependente da dose no tempo médio de desenvolvimento do tumor quando esses camundongos foram submetidos a um protocolo de fotocarcinogênese. Há pouca absorção pelo chá verde na faixa de UVB ou UVA; ele é eficaz quando administrado sistemicamente, e a proteção contra, pelo menos, alguns dos efeitos biológicos da radiação ultravioleta ocorre quando o chá verde é aplicado imediatamente após a exposição (Yang; Wang, 1993; Lu et al., 2002; Wang et al., 1991).

Própolis

O regulamento técnico brasileiro de identidade e qualidade da própolis estabelece como requisitos mínimos para extrato de própolis

de 5% (p/p) para compostos fenólicos e 0,5% (p/p) para flavonoides (Mapa, 2001). Estudos realizados em própolis vermelho e verde brasileiros, extraídos em diferentes solventes, incorporados a géis, têm evidenciado a capacidade de absorver radiação UVA e UVB. Os autores correlacionam essa capacidade à quantidade de fenóis e flavonoides presentes nos extratos (Almeida et al., 2019; Almeida et al., 2020; Valverde et al., 2023).

Considerações Finais

Diante do aumento da incidência do câncer de pele e outros problemas dermatológicos causados pela radiação UV, é de extrema importância a utilização de protetores solares, para que possa reduzir a de radiação solar absorvida pela pele, atuando como uma barreira protetora. Os protetores solares comerciais utilizam diversos produtos químicos, e em estudos recentes foi possível observar efeitos tóxicos de alguns dos compostos sobre adolescentes do sexo masculino, atingindo o sistema endócrino e causando efeitos adversos nos mesmos. Além de causar problemas no organismo humano, os compostos químicos estão provocando a destruição de corais nos recifes devido ao embranquecimento que provocam e, conseqüentemente, sua morte. Diante desses problemas, cientista e empresas de cosméticos vêm pesquisando diferentes produtos naturais que tenham a capacidade de proteger a pele, ou seja, que apresentem um caráter fotoprotetor. Pesquisadores brasileiros têm realizado pesquisas sobre esse tema, mas enfrentam diversas dificuldades para transformá-las em produtos que chegam ao mercado. Embora realizem estudos de alta qualidade, seus laboratórios muitas vezes não atendem aos padrões nacionais e internacionais exigidos,

como as Boas Práticas de Laboratório (BPL). Além disso, faltam laboratórios de toxicologia especializados, biotérios certificados e plantas para escalonamento produtivo.

Outro obstáculo é a falta de cultura de inovação por parte de muitas empresas brasileiras, que evitam riscos devido à ausência de um ambiente regulatório claro para pesquisa e desenvolvimento. Por isso, em vez de inovações radicais, muitas parcerias entre universidades e empresas se concentram na inovação incremental, como novas formulações ou formas de administração. No entanto, esse tipo de inovação não é valorizado pela Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos (CMED), que regula os preços e não a considera uma criação de valor, apesar dos benefícios práticos para os pacientes.

Para contornar esses entraves, os autores acreditam que deva haver uma maior interação entre a universidade e grandes corporações, para que bons produtos cheguem aos consumidores.

Referências

ALMEIDA, W.A. da S.; ANTUNES, A. dos S.; PENIDO, R.G.; CORREA, H.S. da G.; NASCIMENTO, A. M. do; ANDRADE, A.L.; SANTOS, V.R.; CAZATI, T.; AMPARO, T. R.; SOUZA, G. H. B. de; FREITAS, K. M.; SANTOS, O.D.H. dos; SOUSA, L.R.D.; SANTOS, V.M.R. dos. Photoprotective activity and increase of SPF in sunscreen formulation using lyophilized red propolis extracts from Alagoas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 29, n. 3, p. 373-380, 2019.

ALMEIDA, W.A. da S.; SOUSA, L.R.D.; ANTUNES, A. dos S.; AZEVEDO, A.S. de; NASCIMENTO, A.M. do; AMPARO, T. R.; SOUZA, G.H.B. de; SANTOS, O.D.H. dos; ANDRADE, A.L.; CAZATI, T.; VIEIRA, P.M. de A.; BUENO, P.C.P.; SANTOS, V.M.R. dos. green propolis: *In vitro* photoprotective and photostability studies of single and incorporated extracts in a sunscreen formulation. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 30, n. 3, p. 436-443, 2020.

ANTUNES, A. dos S.; GOUVEIA, A.P.; DIOGO, G.M.; TAYLOR, J.G.; SOUSA, L.R.D.; AMPARO, T.R.; PERASOLI, F.B.; SANTOS, O. D. H. dos; CAZATI, T.; VIEIRA, P.M. de A. ; PENIDO R. G.; SANTOS, V. M. R. dos. *In vitro* Photoprotective Evaluation and Development of Novel Nanoemulsion with Chromone

Derivative. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 32, n. 9, 1813-1821, 2021.

BARBIERI, José Carlos; VASCONCELOS, Isabella Freitas Gouveia de; ANDREASSI, Tales; VASCONCELOS, Flávio Carvalho de. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, p. 146–154, 2010.

BARBIERI, José Carlos; SIMANTOB, Moysés Alberto M. **Organizações inovadoras sustentáveis: uma reflexão sobre o futuro das organizações**. São Paulo: Atlas, 2007.

ARAÚJO, T. S. de; SOUZA, S. O. de. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Scientia Plena**, v. 4, n. 11, 114807 (p. 7), 2008.

COSTA, Danilo Aparecido. **Efeitos de protetores solares comerciais na sobrevivência, reprodução e desenvolvimento embrionário de caramujo *Biomphalaria glabrata* (SAY 1818)**. Dissertação (Mestrado) – Curso em Ciências Ambientais. Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

D'AVILA, Lana Yuri. **Protetores Solares: Avaliação da toxicidade e segurança relacionadas ao seu uso**. 2020. Monografia (Graduação) – Curso de Farmácia Bioquímica – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

DINARDO, Joseph C; DOWNS, Craig A. Dermatological and environmental toxicological impact of the sunscreen ingredient oxybenzone/benzophenone-3. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 17, n. 1, p. 15-19, 2018.

ELKINGTON, John. **Canibais com garfo e faca**. 1. ed. São Paulo: M. Books, 2001.

FLOR, Juliana; DAVOLOS, Marian Rosaly; CORREA, Marcos Antonio. Protetores Solares. **Química Nova**, v. 30, n. 1, 153-158, 2007.

KEMP, René; PEARSON, Peter. **Final report of the project Measuring Eco-Innovation**; 2008. Disponível em: <https://lab.unu-merit.nl/wp-content/uploads/2021/05/Final-report-MEI-project-about-measuring-eco-innovation-1.pdf>

LU, Yao-Ping; LOU, You-Rong; XIE, Jian-Guo; PENG, Qing-Yun; LIAO, Jie; YANG, Chung S; HUANG, Mou-Tuan; CONNEY, Allan H. Topical applications of caffeine or (-)-epigallocatechingallate (EGCG) inhibit carcinogenesis and selectively increase apoptosis in UVB-induced skin tumors in mice. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 19, p. 12455-12460, 2002.

MOHAMMED, Yousuf H.; HOLMES, Amy; HARIDASS, Isha N.; SANCHEZ, Washington Y.; STUDIER, Hauke; GRICE, Jeffrey E.; BENSON, Heather A. E.; ROBERTS, Michael S. Support for the safe use of zinc oxide nanoparticle sunscreens: lack of skin penetration or cellular toxicity after repeated application in

volunteers. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 139, n. 2, p. 308-315, 2019.

NASCIMENTO, Cinthya Santos; NUNES, Livio César Cunha; LIMA, AAN de; GRANGEIRO NETO, Severino; ROLIM NETO, Pedro José. Incremento do FPS em formulação de protetor solar utilizando extratos de própolis verde e vermelha. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 30, n. 1, p. 334-339, 2009.

NATIONAL GEOGRAPHIC. Protetor Solar: Um Grande Poluidor dos Oceanos. Publicado em: 06 de maio de 2019. Disponível em: <Protetor Solar: Um Grande Poluidor dos Oceanos | National Geographic (natgeo.pt)>. Acessado em: 20 de setembro de 2021.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. **Instrução Normativa n.3, de 19 de janeiro de 2001**. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de apitoxina, cera de abelha, geléia real, geléia real liofilizada, pólenapícola, própolis e extrato de própolis. Diário Oficial da União, Brasília, 23 Jan. 2001.

RABÊLO, O. S. **EcoInovação: principais condutores e performance das empresas industriais brasileiras**. 2015. Tese (Doutorado) – Curso de Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

RAJPAL, V. Aloe barbadensis Mill/A. vera Tourn ex linn. In: **Standardization of botanicals testing and extraction methods of medicinal herbs**. Vol. 1. New Delhi: Business Horizons Publications, 2002.

SAEWAN, Nisakorn; JIMTAISONG, Ampa. Photoprotection of natural flavonoids. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 3, n. 9, p. 129-141, 2013.

SAHASRABUDDHE, S. Lycopene-an antioxidant. **Pharma Times**, v. 43, n. 12, p. 13-15, 2011.

STAHL, Wilhelm; HEINRICH, Ulrike; Aust, Olivier; TRONNIER, Hagen; SIES, Helmut. Lycopene-rich products and dietary photo protection. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 5, n. 2, p. 238-242, 2006.

SILVA, Christian Luiz da; CASAGRANDE JUNIOR, Eloy Fassi; LIMA, Isaura Alberton de; SILVA, Maclovio Corrêa da; AGUDELO, Líbia Patrícia Peralta; PIMENTA, Rosângela Borges. **Inovação e sustentabilidade**. Curitiba: Aymarã Educação, 2012.

SCHLUMPF, Margret; COTTON, Beata; CONSCIENCE, Marianne; HALLER, Vreni; STEINMANN, Beate; LICHTENSTEIGER, Walte. *In vitro* and *in vivo* estrogenicity of UV screens. **Environmental Health Perspectives**. v. 109, n. 3, 239-244, 2001.

TASHIRO, Yutaka; KAMEDA, Yutaka. Concentration of organic sun-blocking agents in seawater of beaches and coral reefs of Okinawa Island, Japan. **Marine Pollution Bulletin**, v. 77, v. 1-2, p. 333-340, 2013.

WANG, Z. Y.; AGARWAL, R.; BICKERS, D. R.; MUKHTAR, H. Protection against ultraviolet B radiation induced photo carcinogenesis in hairless mice by green tea polyphenols. **Carcinogenesis**, v. 12, n. 8, p. 1527-1530, 1991.

WEST, Dennis P.; ZHU, Ya Fen. Evaluation of Aloe vera gel gloves in the treatment of dry skin associated with occupational exposure. **American Journal of Infection Control**, v. 31, n. 1, p. 40-42, 2003.

VALVERDE, T. M.; SOARES, B. N. G. de S.; NASCIMENTO, A. M. do; ANDRADE, A. L.; SOUSA, L. R. D.; VIEIRA, P. M. de A.; SANTOS, V. R.; SEIBERT, J. B.; ALMEIDA, T. C. S. de; RODRIGUES, C. F.; OLIVEIRA, S. R. M. de; MARTINS, F. dos S.; FERREIRA Jr., J. G.; SANTOS, V. M. R. dos. Anti-Inflammatory, Antimicrobial, Antioxidant and Photoprotective Investigation of Red Propolis Extract as Sunscreen Formulation in Polawax Cream. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, p. 5112, 2023.

VOGLER, B. K.; ERNST, E. Aloe vera: A systematic review of its clinical effectiveness. **British Journal of General Practice**, v. 49, n. 447, p. 823-828, 1999.

YANG, Chung S.; WANG, Zhi-Yuan. Tea and cancer. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 85, n.13, p. 1038-1049, 1993.