FILTROS SOLARES FÍSICOS E SUSTENTABILIDADE MARINHA: UMA ALTERNATIVA DO IMPACTO DOS COMPOSTOS QUÍMICOS NO BRANQUEAMENTO DE CORAIS

Autores: Lívya de Oliveira Neves, Isabelly Samire Tidioli Báccaro, Ana Carolina de Moraes Arantes, Ana Julya da Silva Leite, Anna Júllya de Souza Baptista, Aline Oliveira Figueiredo

Etec Cônego José Bento, Avenida Nove de Julho, 745, Avareí - 12327-682 - Jacareí-SP, Brasil, livyaneves0@gmail.com, isabelly.baccaro@aluno.cps.sp.gov.br, ana.leite7@aluno.cps.sp.gov.br, ana.arantes2@aluno.cps.sp.gov.br, anna.baptista@aluno.cps.sp.gov.br, profalineofigueiredo@gmail.com

Resumo

O branqueamento de corais é um problema ambiental agravado pelo aquecimento global e pelo descarte de filtros solares orgânicos como a oxibenzona. Visando mitigar esses danos, este trabalho objetivou desenvolver um protótipo de protetor solar físico à base de óxido de zinco não nano, cera de carnaúba e manteiga de karité. A metodologia baseou-se na elaboração experimental de formulações semissólidas via fusão em banho-maria e incorporação do mineral, avaliando-se textura, reologia e estabilidade ao longo do tempo. Os resultados indicaram que a proporção dos insumos e o resfriamento afetam diretamente a espalhabilidade. A primeira formulação exibiu alta densidade inicial, tornando-se emoliente após 48 horas por reorganização estrutural, enquanto a segunda apresentou fluidez inicial, mas enrijeceu após o repouso. Conclui-se que o óxido de zinco não nano viabiliza fotoprotetores ecológicos, sendo necessários ajustes na fase cerosa e no controle térmico para otimizar o aspecto sensorial do produto final.

Palavras-chave: Filtros solares físicos. Branqueamento de corais. Sustentabilidade marinha. Recifes de coral. Impacto ambiental.

Área do Conhecimento: Técnico.

Introdução

O branqueamento de corais é um fenômeno associado ao estresse ambiental, especialmente ao aumento da temperatura da água do mar, que provoca a expulsão das algas simbióticas presentes nos tecidos dos corais, podendo causar perda de coloração e mortalidade. Embora os recifes do Atlântico Sul apresentem menor impacto em comparação aos recifes do Indo-Pacífico e do Caribe (Mies et al., 2020), os recifes brasileiros possuem grande importância ecológica, estendendo-se por aproximadamente 3.000 km da costa (Leão et al., 2016). Entre 2023 e 2025, cerca de 84% dos recifes de coral foram afetados por eventos de branqueamento, evidenciando a dimensão desse problema (Hobson, 2025).

Ao mesmo tempo, o aumento da preocupação com os efeitos da radiação ultravioleta (UV), como queimaduras e câncer de pele, intensificou o uso de protetores solares (Fatta-Kassinos, 2020). Embora essenciais à proteção da saúde humana, esses produtos podem liberar substâncias potencialmente prejudiciais aos ambientes marinhos (Costa, 2024). Estima-se que aproximadamente 25% do protetor solar aplicado seja liberado na água, correspondendo a cerca de 4.000 a 6.000 toneladas por ano em áreas costeiras com recifes de coral (Rücker, Leonhardt, Wild, 2025, p. 2). Entre os principais filtros orgânicos utilizados estão a benzofenona-3 (BP-3 ou oxibenzona) e o octilmetoxicinamato (OCM ou octinoxato) (Costa et al., 2024).

Apesar de sua eficácia, esses compostos têm sido associados a impactos nos ecossistemas marinhos, levando alguns países a restringirem seu uso (DiNardo; Downs, 2018). A oxibenzona pode ser convertida em substâncias fototóxicas pelos corais (Mustieles et al., 2023; Vuckovic et al., 2022), e Downs et al. (2016) observaram aumento do branqueamento em larvas de *Stylophora pistillata* expostas à BP-3.

Dessa forma, torna-se importante buscar alternativas que conciliam a fotoproteção com a preservação dos ambientes marinhos. Nesse contexto, destacam-se os filtros físicos ou minerais, como o óxido de zinco, mineral natural utilizado em produtos farmacêuticos e cosméticos (Muñoz, 2013).

Por apresentar baixo potencial irritativo, é empregado principalmente em fotoprotetores destinados a crianças e pessoas com pele sensível. Assim, este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de protetor solar à base de óxido de zinco, avaliando sua eficiência como agente fotoprotetor e seu potencial como alternativa aos filtros orgânicos convencionais, visando reduzir possíveis impactos aos ecossistemas marinhos.

Metodologia

A etapa experimental teve como objetivo desenvolver uma formulação de protetor solar de base física, utilizando o óxido de zinco não nano como componente responsável pela proteção contra a radiação ultravioleta. Para a preparação da formulação, foram utilizados cera de carnaúba, manteiga de karité e óxido de zinco não nano. O óleo essencial de lavanda foi considerado um componente opcional da formulação. Na primeira tentativa de preparação, foram utilizados 1,2 g de cera de carnaúba, correspondentes a 8% da formulação, 6,3 g de manteiga de karité, correspondentes a 42%, e 7,5 g de óxido de zinco não nano, correspondentes a 50%, totalizando 15 g de formulação (Figura 1).

Figura 1 - Pesagem do ingrediente

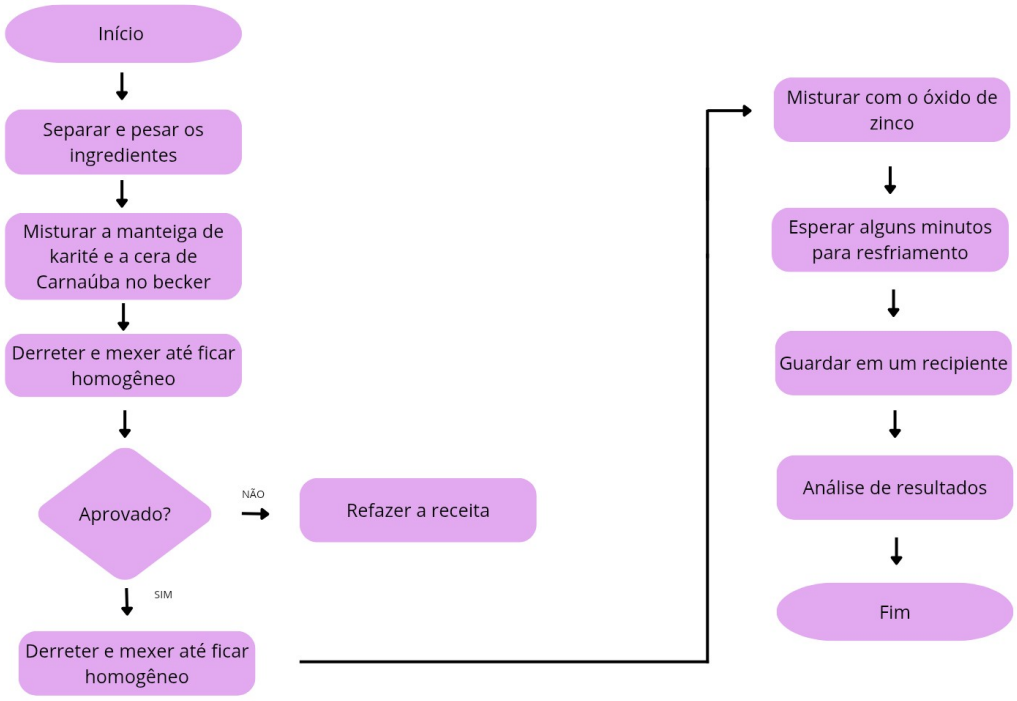


Fonte: Autoria própria.

Inicialmente, a cera de carnaúba e a manteiga de karité foram submetidas ao aquecimento em banho-maria até a fusão dos componentes. Após o derretimento da base, a mistura foi parcialmente resfriada, permanecendo em estado líquido e morno. Em seguida, o óxido de zinco não nano foi incorporado gradualmente à base, sob agitação contínua, buscando favorecer sua distribuição uniforme e evitar a formação de grumos. Quando utilizado, o óleo essencial de lavanda foi adicionado ao final do processo, seguido de nova homogeneização.

Após a incorporação dos componentes, a formulação foi acondicionada em um recipiente com capacidade aproximada de 15 g e mantida em repouso até o resfriamento completo. Logo após o resfriamento, a primeira formulação experimental apresentou consistência excessivamente espessa. A característica observada indicou a necessidade de realizar ajustes na composição da preparação, principalmente em relação à quantidade de cera de carnaúba, com o objetivo de obter uma formulação mais maleável e de melhor espalhabilidade conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do processo



Fonte: Autoria própria.

Dessa forma, a primeira preparação foi considerada um teste preliminar para o desenvolvimento da formulação experimental, servindo como referência para os ajustes que foram realizados na segunda tentativa.

Resultados

O teste inicial se mostrou, no primeiro momento, insatisfatório, devido à consistência excessivamente espessa do produto, contudo, 48 horas após o preparo, observou-se alteração significativa na textura da amostra, que se tornou mais emoliente, aproximando-se do objetivo final. Em virtude da diferença de métodos de derretimento utilizados, ocorreu a variação na composição, deixando-a granulada (Figura 3).

Figura 3 - Primeira tentativa



Fonte: Autoria própria.

O segundo teste apresentou características positivas, com aspecto mais fluido, em comparação à primeira análise. Utilizando a técnica de banho maria, obteve-se um resultado com estrutura mais uniforme, entretanto, após 48 horas, o protótipo enrijeceu-se, se distanciando do objetivo proposto.

Portanto, para o desenvolvimento do protetor solar físico sustentável, é necessário o controle das condições de preparo, as escolhas apropriadas de seus ingredientes e suas quantidades, para que o produto atinja o efeito esperado.

Discussão

Os resultados obtidos na primeira tentativa demonstraram alterações na consistência e espalhabilidade do produto. Inicialmente, a primeira amostra se mostrou densa, e com baixa fluidez, não atingindo as características propostas para a qualidade do protótipo. A utilização de filtros inorgânicos dificulta esse efeito, já que, são produtos pouco usados na indústria cosmética, ocorrendo uma falta de conhecimento sobre seu manuseio ideal e uma formulação que contenha as características sensoriais adequadas (Fantato; Tenório; Baby, 2026).

Esse cenário também está relacionado aos ingredientes estruturantes, tal qual a cera de carnaúba, que tem a função de alterar a consistência da preparação, influenciando a textura e sua emoliência. Tal condição pode estar vinculada a presença do pó cerífero, caracterizado como principal matéria prima da produção da cera, o que traz a necessidade de um maior estudo individual de cada ingrediente (Carvalho; Gomes, 2008).

Após 48 horas de preparo, notou-se uma mudança em sua consistência, tornando-se mais fluida. Essa alteração mostra que a composição de produtos semissólidos, pode mudar depois do preparo, devido a reorganização da estrutura.

Na segunda tentativa, foi observado um aspecto mais cremoso, contudo, após o tempo de descanso, o protótipo se enrijeceu. A junção da cera de carnaúba, manteiga de karité e óxido de zinco, podem ter contribuição para tal característica (Penagos et al., 2023).

Nesse contexto, para um melhor desempenho da formulação, será necessário um manuseio mais adequado dos ingredientes, considerando suas capacidades de dispersão de partículas e a formação de aglomerados para a obtenção de uma distribuição uniforme na formulação (Schneider; Lim, 2019).

Conclusão

Conclui-se a partir da pesquisa bibliográfica realizada, que alguns filtros químicos presentes na formulação de protetores solares convencionais, como a oxibenzona, estão relacionados diretamente ao branqueamento de corais.

Nesse contexto, o desenvolvimento do protótipo de filtro solar à base de óxido de zinco não nano, mostrou que há a possibilidade de utilizar um filtro sustentável como alternativa para atenuar esse fenômeno. Portanto, o protótipo demonstrou a necessidade de reajustes para alcançar uma consistência e um sensorial de melhor qualidade. Para atingir esses padrões ideais, é necessário focar no ajuste fino das proporções dos ingredientes e no controle rigoroso da temperatura durante o preparo.

Recomenda-se, em trabalhos futuros, a condução de ensaios formais de espalhabilidade, caracterização reológica e determinação in vitro do Fator de Proteção Solar (FPS), com o intuito de estabelecer a inter-relação entre a estabilidade física do protótipo e sua eficácia fotoprotetora.

Referências

CARVALHO, F. P. A. de., & Gomes, J. M. A. (2008). **Eco-eficiência na produção de cera de Carnaúba no município de Campo Maior**, Piauí, 2004. Revista De Economia E Sociologia Rural, *46*(2), 421–453. https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000200006

COSTA, Carlos Eduardo dos Santos et al. **Análise de oxibenzona e octinoxato presentes em protetores solares e seus impactos nos ecossistemas costeiros: uma revisão bibliográfica.** 2024 http://ric-cps.eastus2.cloudapp.azure.com/bitstream/123456789/31732/1/MTEC_PI_Qu%C3%ADmica_2024_Oxibenzona.pdf

DiNardo JC, Downs CA. **Dermatological and environmental toxicological impact of the sunscreen ingredient oxybenzone/benzophenone-3.** J Cosmet Dermatol. 2018 Feb;17(1):15-19. doi: 10.1111/jocd.12449. Epub 2017 Oct 31. PMID: 29086472.

DOWNS, C. A. et al. (2016). **Toxicopathological Effects of the Sunscreen UV Filter, Oxybenzone (Benzophenone-3), on Coral Planulae and Cultured Primary Cells and Its Environmental Contamination in Hawaii and the US Virgin Islands.** Archives of Environmental Contamination and Toxicology, v. 70, n° 2, p. 265–288, 2016. Disponível em: https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/13720.

FATTA-KASSINOS, D.; KALAVROUZIOTIS, I. K.; KOUKOUZAS, N.; et al.
Risks of organic UV filters: A review of environmental and human health concern studies. Science of the Total Environment, v. 743, 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720360150. Acesso em: 24 mar. 2026.

FANTATO, C. M.; TENÓRIO, J. A. S.; BABY, A. R. Sunscreen and UV filters: a comprehensive review of formulation, safety, and efficacy. International Journal of Pharmaceutics, v. 696, p. 126852, 4 abr. 2026.

HOBSON, M. **Branqueamento de corais**. National Geographic Brasil, 15 out. 2025. Disponível em:https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2025/10/o-que-causa-o-branqueamento-dos-corais-sua-extincao-em-massa-ja-comecou-e-afeta-a-vida-humana.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; OLIVEIRA, M. D. M. **Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano**. Biota Neotropica, v. 8, n. 3, p. 69-82, 2008.https://www.scielo.br/j/bn/a/FdqSnZqXGmMtpYFsXzsjsCm/?format=html&lang=pt

MIES, M. et al. **South Atlantic coral reefs are major global warming refugia and less susceptible to bleaching**. Frontiers in Marine Science, v. 7, p. 1-13, 2020. https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2020.00514/full

MUÑOZ, M.M. **Síntese e caracterização das propriedades estruturais e morfológicas de nanopartículas de ZnO**. 2013. Dissertação de Mestrado, Departamento de Física, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. http://repositorio2.unb.br/handle/10482/14194

MUSTIELES, Vicente et al. ***Benzophenone-3: Comprehensive review of the toxicological and human evidence with meta-analysis of human biomonitoring studies***. Environment International, p. 2, 2023. Disponível em: https://pdf.sciencedirectassets.com.br

PENAGOS, I. A.; MURILLO MORENO, J. S.; DEWETTINCK, K.; VAN BOCKSTAELE, F. Carnauba wax and beeswax as structuring agents for water-in-oleogel emulsions without added emulsifiers. *Foods*, v. 12, n. 9, p. 1850, 2023. DOI: 10.3390/foods12091850.

RÜCKER, Julia; LEONHARDT, Johanna; WILD, Christian. Effects of three sunscreens on the ecophysiology of hard and soft corals from the Maldives. **Marine Pollution Bulletin**, v. 219, p. 118316, out. 2025.

SCHNEIDER, S. L.; LIM, H. W. **A review of inorganic UV filters zinc oxide and titanium dioxide.** Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine, v. 35, n. 6, p. 442–446, 2019. DOI: 10.1111/phpp.12439.

VUCKOVIC, Djordje *et al.* **Conversion of oxybenzone sunscreen to phototoxic glucoside conjugates by sea anemones and corals.** Science, v. 376, n. 6593, p. 644–648, 6 maio 2022.