ISSN: 2594-6153

Efeitos e Impactos dos Protetores Solares em Recifes de Corais: Uma Revisão Bibliográfica

Wilton Rodrigues de Souza Santos, Helen Sadauskas Henrique

Laboratório de Ecofisiologia e Bioquímica de Organismos Aquáticos (LEBIO), Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil

E-mail: wiltonrodrigues77@gmail.com

Resumo: O aumento do uso de protetores solares, impulsionado por campanhas de prevenção ao câncer de pele, levanta novas preocupações sobre os impactos que esses produtos podem causar no ambiente marinho, especialmente nos recifes de corais. Esta revisão bibliográfica teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes compostos fotoprotetores em corais, analisando estudos publicados entre 2016 e 2023. A pesquisa foi realizada no Google Acadêmico e na base de dados de Periódicos da CAPES. Ao todo, foram revisados cinco artigos que investigaram compostos de filtros solares orgânicos e inorgânicos. Os resultados mostraram que o composto inorgânico ZnO causou branqueamento severo nos corais em um período de exposição de 48 horas, enquanto os compostos de TiO_2 não causaram danos visíveis. O estudo com avobenzona revelou que este composto afeta a capacidade fotossintética dos corais, enquanto a oxibenzona causou danos significativos às plânulas, especialmente sob exposição à luz. Outros estudos avaliaram o perfil metabolômico de corais expostos a dez compostos diferentes, mostrando que alguns, como o octocrileno, se acumulam nos tecidos dos corais. A compilação desses dados destaca a importância de avaliar os componentes de filtros UV, considerando os impactos que podem causar no ecossistema marinho, e a necessidade de buscar alternativas menos prejudiciais.

Palavras-chave: Protetor UVA e UVB; Branqueamento em corais; Poluição marinha; Filtro orgânico e inorgânico; Compostos fotoprotetores.

Effects and Impacts of Sunscreen on Coral Reefs: A Bibliographic Analysis

Abstract: The increased use of sunscreens, driven by skin cancer prevention campaigns, raises new concerns about the impacts of these products may have on the marine environment, especially on coral reefs. This literature review aimed to evaluate the effects of different photoprotective compounds on corals, analysing studies published between 2016 and 2023. The research was conducted using Google Scholar and the CAPES Periodicals database. In total, five articles were reviewed, investigating both organic and inorganic sunscreen filters. The results showed that the inorganic compound ZnO caused severe coral bleaching within a 48-hour exposure period, while TiO_2 compounds did not cause visible damage. The study with avobenzone revealed that this compound affects the photosynthetic capacity of corals, while oxybenzone caused significant damage to coral larvae, especially under light exposure. Other studies assessed the metabolomic profile of corals exposed to ten different compounds, showing that some compounds, such as octocrylene, accumulate in coral tissues. The compilation of these data highlights the importance of evaluating UV filter components, considering the impacts they may have on the marine ecosystem, and the need to seek less harmful alternatives.

ISSN: 2594-6153

Keywords: UVA and UVB sunscreen; Coral bleaching; Marine pollution; Organic and inorganic filters; Photoprotective compounds.

Introdução

O uso de protetores solares foi crescendo com o passar dos anos, apresentando um aumento após 2008, com campanhas de conscientização sobre o câncer de pele, que pode ser causado pela exposição excessiva ao sol [1]. Os protetores solares têm como principal base o uso de filtros ultravioleta (UV), que podem ser compostos por filtros orgânicos (químicos) e filtros inorgânicos (minerais) [2].

Recifes de corais são ecossistemas complexos que abrigam diversas espécies de organismos marinhos e vêm sofrendo uma progressiva perturbação e degradação [3]. Estudos indicam que as atividades antrópicas estão relacionadas com os danos em ecossistemas coralíneos que envolvem a sobrepesca, alterações climáticas e poluição [4]. Filtros solares também podem afetar o ambiente marinho de maneira desfavorável, sendo considerados como poluentes emergentes [5].

Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura levando em consideração estudos com protetores solares orgânicos e inorgânicos e os corais, com o intuito de levantar e compreender os impactos e efeitos dessas substâncias para esses organismos.

Material e Métodos

Foi realizada a busca dos artigos no mecanismo de pesquisa Google Acadêmico e na base de dados de Periódicos da CAPES e como método de inclusão foi separado artigos com publicações mais recentes no período de 2016 até 2023. As palavras-chave utilizadas para o filtro de busca foram: Sunscreen, Coral reef, Bleaching, UV Filters e Ecotoxicity.

Resultados

Nossa busca resultou o total de 5 artigos no qual foi verificado a metodologia utilizada, o composto, a espécie e as análises avaliadas.

Corinaldesi et al. (2018) realizaram um estudo que busca investigar o impacto dos protetores solares inorgânicos (minerais) em recifes de corais, utilizando o coral rochoso *Acropora spp.* para o experimento. Os resultados obtidos com o ZnO apresentaram branqueamento intenso, afetando diretamente as zooxantelas e comprometendo a capacidade

ISSN: 2594-6153

fotossintética. Em comparação, os tratamentos com TiO_2 apresentaram alterações pequenas na relação simbiótica com as zooxantelas e não causaram branqueamento [6].

Clergeaud et al. (2023) conduziram um experimento com o coral *Pocillopora damicornis*, no qual os corais foram expostos ao composto butil metoxidibenzoilmetano (avobenzona), um filtro solar orgânico. A exposição à avobenzona resultou na identificação de 57 íons correspondentes a 30 compostos, dos quais 17 são derivados do filtro solar. As concentrações de 300 e 1000 µg L^{-1} aumentaram a concentração de três ceramidas, indicando estresse nos corais, e também houve uma diminuição nos carotenoides dos compostos 28 e 29, afetando a capacidade fotossintética dos cloroplastos [7].

O artigo de Downs et al. (2016) estudou os efeitos tóxicos da substância fotoprotetora oxibenzona, utilizando as plânulas de corais da espécie *Stylophora pistillata*. Os resultados mostraram que houve redução na movimentação ciliar das plânulas expostas à oxibenzona tanto na luz quanto na escuridão. No final, as plânulas estavam sésseis em todas as concentrações de oxibenzona e apresentaram branqueamento. A morfologia também sofreu alterações: no tratamento controle, as plânulas ficaram em forma mais alongada, enquanto a exposição às concentrações causou deformidades. Em relação à mortalidade, não houve ocorrências no tratamento controle, tanto em luz quanto em escuridão, mas foram observados 100% de mortalidade no tratamento com 228 mg L^{-1} após 8 horas de luz, 2,28 mg L^{-1} após 24 horas de luz e 22,8 mg L^{-1} após 24 horas de escuridão. Os autores observaram que a oxibenzona é fototóxica, pois o tratamento com luz apresentou mais efeitos adversos do que no escuro [8].

Stien et al. (2019) estudaram a toxicidade do composto Octocrileno (OC), uma substância comum em protetores solares, no coral da espécie *Pocillopora damicornis*. Os resultados mostraram que os pólipos se fecharam nas concentrações de 300 e 1000 µg L^{-1}, indicando uma resposta de estresse causada pela substância nessas concentrações. O perfil metabolômico revelou informações sobre a acumulação de Octocrileno no tecido dos corais. Os tratamentos com concentrações acima de 50 µg L^{-1} diferiram do controle, apresentando alterações no metabolismo. Além disso, foram observados níveis elevados de 15 acilcarnitinas, o que pode estar relacionado a uma disfunção mitocondrial, sugerindo uma alteração no metabolismo de ácidos graxos. Os autores destacam que pode haver problemas com concentrações menores no ambiente natural, considerando que os corais podem ser expostos ao OC por períodos muito mais longos do que os 7 dias do experimento [9].

ISSN: 2594-6153

Stien et al. (2020), realizou exposições do coral *Pocillopora damicornis* aos 10 compostos: Octocrileno, MBBT, Oxibenzona, Avobenzona, DHHB, Octisalato, HS, BEMT, DBT e ET. Os resultados mostraram que o Octisalato não se acumula nos tecidos dos corais, devido à instabilidade do grupo éster, que pode ser degradado, ao contrário do Octocrileno, que se acumula. Foi identificado um aumento em um esteroide, identificado como composto 14 nos corais, que foi utilizado como marcador para verificar a ocorrência de estresse. Os compostos BEMT, Avobenzona, Oxibenzona, DBT, DHHB, ET, HS e MBBT foram analisados com base em perfis metabolômicos globais. Observou-se que a Oxibenzona apresentou um aumento na concentração do composto 14 a 2 mg/L, o que pode indicar potenciais impactos ambientais, segundo os autores. Por outro lado, os compostos BEMT, DBT, DHHB, ET e MBBT não mostraram alterar o metaboloma geral dos corais e mantiveram estável a concentração do composto 14. Os compostos Avobenzona e HS não alteraram a concentração do composto 14, porém, os pólipos dos corais se fecharam, indicando estresse, embora o metaboloma não tenha sido significativamente alterado [10].

Discussão

A presente revisão abordou cinco artigos distintos, avaliando as propriedades de diferentes compostos presentes em protetores solares, com o objetivo de compreender os potenciais impactos desses produtos no ambiente marinho. Corinaldesi et al. (2018) focaram em protetores solares inorgânicos (minerais), onde o composto TiO_2 não causou danos ou branqueamento nos corais, sendo, portanto, uma opção potencialmente ideal para o uso em protetores. Em contraste, o composto ZnO causou branqueamento severo.

Clergeaud et al. (2023) utilizaram a análise metabolômica, que se diferencia do estudo de Corinaldesi et al. (2018), pois o perfil metabolômico permite a detecção de alterações moleculares não visíveis externamente. Neste estudo, foi investigado o composto avobenzona, um filtro solar orgânico, que mostrou causar um aumento nas ceramidas, provocando estresse nos corais. Downs et al. (2016), por sua vez, investigaram o impacto do composto oxibenzona em plânulas de corais, observando diversos danos e alterações morfológicas, especialmente quando expostas à luz. Tanto Clergeaud et al. (2023) quanto Downs et al. (2016) analisaram filtros orgânicos, reforçando a toxicidade desses compostos em diferentes estágios de vida dos corais.

Stien et al. (2019) e Stien et al. (2020) realizaram análises metabolômicas abrangentes, onde o primeiro estudo avaliou o composto Octocrileno, enquanto o segundo utilizou dez

ISSN: 2594-6153

diferentes compostos fotoprotetores. O Octocrileno e outros compostos mostraram-se capazes de se acumular nos tecidos dos corais, causando disfunções metabólicas, como o aumento de esteroides específicos. No entanto, em alguns casos, como o do Octisalato, não houve acumulação nos tecidos, devido à instabilidade da substância, que se dissocia rapidamente.

Conclusões

Os resultados obtidos mostram que os filtros solares orgânicos e inorgânicos podem impactar os corais de diversas formas, sendo esse impacto variável dependendo do composto e da concentração utilizada na metodologia. A análise do perfil metabolômico, como demonstrado pelos artigos, evidencia a importância de avaliar os efeitos não visíveis, pois os impactos começam a ocorrer antes mesmo de o coral apresentar sinais visíveis de branqueamento. Esses dados destacam a relevância de verificar os danos que os compostos fotoprotetores causam ao ecossistema marinho e a necessidade de realizar mais estudos comparativos com diferentes compostos para identificar as opções menos nocivas.

Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

1. Kirchberger MC, Heppt MV, Eigentler TK, Kirchberger MA, Schuler G, Heinzerling L. **The tanning habits and interest in sunscreen of Google users: what happened in 12 years?** Photodermatol Photoimmunol Photomed. 2017 Mar;33(2):68-74. doi: 10.1111/phpp.12289. Epub 2017 Jan 19. PMID: 28039945.
2. Watkins, Y.S.D. and Sallach, J.B. (2021), **Investigating the exposure and impact of chemical UV filters on coral reef ecosystems: Review and research gap prioritization.** Integr Environ Assess Manag, 17: 967-981. https://doi.org/10.1002/ieam.4411.
3. Graham, N.A.J., Nash, K.L. **The importance of structural complexity in coral reef ecosystems.** *Coral Reefs* **32**, 315–326 (2013). https://doi.org/10.1007/s00338-012-0984-y.
4. Miller, I.B., Pawlowski, S., Kellermann, M.Y. *et al.* **Toxic effects of UV filters from sunscreens on coral reefs revisited: regulatory aspects for "reef safe" products.** *Environ Sci Eur* **33**, 74(2021). https://doi.org/10.1186/s12302-021-00515-w.
5. Tovar-Sánchez A, Sánchez-Quiles D, Basterretxea G, Benedé JL, Chisvert A, et al. (2013) **Sunscreen Products as Emerging Pollutants to Coastal Waters.** PLOS ONE 8(6): e65451. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065451
6. Corinaldesi C, Marcellini F, Nepote E, Damiani E, Danovaro R. **Impact of inorganic UV filters contained in sunscreen products on tropical stony corals (Acropora spp.).** Sci Total Environ. 2018 Oct 1;637-638:1279-1285. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.108. Epub 2018 May 22. PMID: 29801220.

ISSN: 2594-6153

7. Clergeaud, F.; Giraudo, M.; Rodrigues, A.M.S.; Thorel, E.; Lebaron, P.; Stien, D. **On the Fate of Butyl Methoxydibenzoylmethane (Avobenzone) in Coral Tissue and Its Effect on Coral Metabolome**. *Metabolites* **2023**, *13*, 533. https://doi.org/10.3390/metabo13040533.
8. Downs CA, Kramarsky-Winter E, Segal R, Fauth J, Knutson S, Bronstein O, Ciner FR, Jeger R, Lichtenfeld Y, Woodley CM, Pennington P, Cadenas K, Kushmaro A, Loya Y. **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 U.S. Virgin Islands.** Arch Environ Contam Toxicol. 2016 Feb;70(2):265-88. doi: 10.1007/s00244-015-0227-7. PMID: 26487337.
9. Stien, D.; Clergeaud, F.; Rodrigues, A. M. S.; Lebaron, K.; Pillot, R.; Romans, P.; Fagervold, S.; Lebaron, P. **Metabolomics Reveal That Octocrylene Accumulates in *Pocillopora Damicornis* Tissues as Fatty Acid Conjugates and Triggers Coral Cell Mitochondrial Dysfunction.** *Anal. Chem.* 2019, *91*, 990– 995, DOI: 10.1021/acs.analchem.8b04187.
10. Stien, D., Suzuki, M., Rodrigues, A.M.S. *et al.* **A unique approach to monitor stress in coral exposed to emerging pollutants**. *Sci Rep* **10**, 9601 (2020). https://doi.org/10.1038/s41598-020-66117-3.