Anais do Congresso Brasileiro de Iniciação Científica
(https://periodicos.unisanta.br/COB)

ISSN 2317-1316

AVALIAÇÃO AGUDA DOS EFEITOS ECOTÓXICOLOGICOS DO COMPOSTO FOTOPROTETOR OXIBENZONA NO CORAL FORMADOR DE RECIFE *Seriatopora caliendrum*

ACUTE ASSESSMENT OF THE ECOTOXICOLOGICAL EFFECTS OF THE PHOTOPROTECTIVE COMPOUND OXYBENZONE ON THE REEF-BUILDING CORAL *Seriatopora caliendrum*

Ana Beatriz Ferreira Belo Santos[1], Lucas Fiorin de Souza[1], Manoel Monteiro Miguel Soares[1], Wilton Rodrigues de Souza Santos[1], Sara Capostagno[1], Thamiris Silva Gomes[1], Giulia Maneira de Prá[1], Hosana Maria Debonsi[2], Lorena Rigo Gaspar[2], Luis Felipe Barcena Albertoni[4], Luciana Lopes Guimarães[1], Gabriela Pustiglione Marinsek[1], Helen Sadauskas Henrique[1,3].

[1]Universidade Santa Cecília, Faculdade de Ciências Biológicas, Curso de Ciências Biológicas
[2]Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto.
[3]Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Brasil
[4]Coral Cultura, Peruíbe, São Paulo, Brasil.
E-mail para contato: anabeatrizfbsantos@gmail.com

RESUMO – Os recifes de corais são essenciais à biodiversidade marinha, mas sofrem impactos climáticos e de poluentes, como filtros solares. A oxibenzona, filtro UV, está associada a efeitos adversos em corais. Este estudo avaliou seus efeitos em Seriatopora caliendrum durante 7 dias, a 26 °C e 30 °C. Foram analisadas a densidade de zooxantelas e a coloração RGB. A 30 °C, houve aumento dos canais R e G e redução de 50,6% na densidade de zooxantelas, sugerindo intensificação das alterações associadas ao branqueamento.

Palavras-chave: Oxibenzona; Branqueamento de Coral; *Seriatopora caliendrum*; Zooxantelas; Estresse térmico.

ABSTRACT – Coral reefs are essential to marine biodiversity but are increasingly affected by climate change and anthropogenic pollutants, including sunscreens. Oxybenzone, a UV filter, has been associated with adverse effects on corals. This study evaluated its effects on Seriatopora caliendrum fragments over 7 days at 26 °C and 30 °C. Zooxanthellae density and RGB coloration were assessed. At 30 °C, increased R and G channel values and a 50.6% reduction in zooxanthellae density were observed, suggesting intensified bleaching-related changes.

Keywords: Oxybenzone; Coral bleaching; *Seriatopora caliendrum*; Zooxanthellae; Thermal stress.

ISSN 2317-1316

1 INTRODUÇÃO

Os recifes de corais são ecossistemas marinhos de elevada importância ecológica porque abrigam uma grande diversidade marinha, contribuindo para a manutenção da biodiversidade, disponibilidade de recursos pesqueiros e proteção de regiões costeiras. Porém, esses ecossistemas estão cada vez mais ameaçados devido ao aquecimento dos oceanos e interferências humanas (KLEIN et al, 2024). O aumento da temperatura no oceano pode comprometer a relação simbiótica entre os corais formadores de recife e zooxantelas, que são microalgas que vivem associadas aos tecidos coralinos e contribuem para a necessidade energética desses animais através da fotossíntese. A perda na densidade de zooxantelas devido ao estresse térmico, leva à perda de pigmentação dos tecidos, podendo levar ao branqueamento e morte dos corais (HELGOE et al, 2024).

Além do aumento da temperatura dos oceanos por mudanças climáticas, a contaminação química também representa uma preocupação para a conservação desses ecossistemas recifais. Entre os contaminantes de interesse estão os filtros ultravioletas utilizados em protetores solares, como a oxibenzona, também denominada benzofenona-3 (BP-3). Esse composto pode alcançar ambientes aquáticos por diferentes vias, incluindo atividades recreativas e a liberação de efluentes, sendo detectado em estudos sobre a ocorrência e a distribuição de filtros UV em ambientes aquáticos (MAO et al, 2019).

Estudos sobre filtros UV em ambientes marinhos destacam os impactos da benzofenona-3 nesses animais (CUCCARO et al, 2022). Além disso, a exposição a filtros ultravioletas orgânicos e seus potenciais efeitos adversos sobre os corais reforçam a necessidade de investigar os riscos associados a esses contaminantes nos ecossistemas recifais (MITCHELMORE et al, 2021). Outro aspecto relevante é a possível interação entre a contaminação química e o estresse térmico. A exposição simultânea a esses fatores pode produzir respostas biológicas diferentes daquelas observadas quando cada fator atua isoladamente. Em corais construtores de recifes, estudos experimentais investigaram os efeitos combinados da oxibenzona e de temperaturas elevadas, destacando a importância de avaliar esses fatores em conjunto para compreender os riscos aos organismos recifais (WIJGERDE et al, 2020).

ISSN 2317-1316

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da exposição à benzofenona-3 em diferentes temperaturas sobre a coloração e a densidade de zooxantelas do coral *Seriatopora caliendrum*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram separados dezoito aquários experimentais com 4 litros de água do mar reconstituída em cada tanque, possuindo oito fragmentos do coral modelo *Seriatopora Caliendrum*. Para a água do mar reconstituída, foi utilizado o sal da Veromar®. A água foi renovada diariamente no período de sete dias, sendo mantidos tratamentos experimentais nas temperaturas de 26 °C e 30 °C. Para circulação dos contaminantes, foi utilizado em cada um deles uma bomba de circulação SarloBetter®. Três aquários foram utilizados como controle, três como controle do solvente (DMSO), com a concentração do solvente em 0,03%, e por fim, três tanques foram expostos a 2mg/L do composto fotoprotetor benzofenona-3. Todos aquecidos por banho maria com o termostato Aquael®.

Na retirada dos fragmentos coralíneos, eles foram levados para uma caixa fotográfica, onde foi utilizada uma câmera Canon® Zoom Lens 16x15, com distância focal de 5,0-80,0mm; f/3.5-5.9. Os corais foram fotografados individualmente, com uma placa de identificação: os corais foram identificados por tratamento (C = controle, D = solvente e O = composto fotoprotetor), número do tanque e, por fim, número de cada fragmento de coral (de 1 a 8). As imagens foram selecionadas uma a uma e transferidas para o Adobe Photoshop®, onde foi selecionadaa opção de “Seleção Rápida”, em seguida “Desfoque; médio” e com isso, foi selecionado o quadrado com a cor média do coral gerado pelo programa para obtenção dos valores de R (Red), G (Green) e B (Blue). Esse método, seguindo o protocolo de *Hayama, 2022*, serve para analisar a coloração do coral. Valores mais elevados de RGB indicam maior intensidade luminosa e podem estar associados à redução da pigmentação do tecido coralíneo.

Após passar pela sessão de fotos, os corais foram levados para a retirada do tecido usando o equipamento aerógrafo. Foram utilizados 500 uL de solução fisiológica por coral, separando o homogenato em um Eppendorf® para cada animal. O homogenato foi destinado à determinação da densidade de zooxantelas.

Para a análise da densidade de zooxantelas, foram separados 10 uL do homogenato em uma câmara de Neubauer com profundidade de 0,1mm, visualizado através do microscópio

ISSN 2317-1316

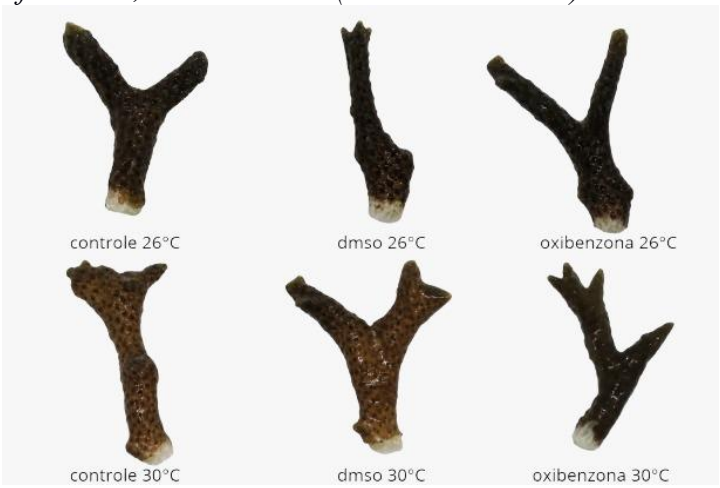
com a objetiva de 40x e contando cada alga visualizada com o auxílio de um contador, tendo cautela para não ultrapassar de 350 zooxantelas por amostra. Em alguns casos, esse número foi ultrapassado, foi necessário fazer uma diluição, no qual foi considerado no cálculo final.

O resultado da densidade de zooxantelas foi obtido através dos seguintes cálculos: Número de zooxantelas por mL = (n° de zooxantelas/4) × 10^4 × fator de diluição.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise qualitativa dos fragmentos de *S. caliendrum* (Figura 1) apresentou diferenças visuais entre os tratamentos e temperaturas. Os fragmentos mantidos a 26 °C apresentaram coloração predominantemente marrom-escura, enquanto aqueles submetidos a 30 °C apresentaram tonalidade mais clara. No tratamento com BP-3, a alteração observada associada ao aumento das intensidades de R, G e B foi mais pronunciada a 30 °C. Em conjunto, os resultados indicam que a exposição à BP-3 promove alterações na coloração de *S. caliendrum*, Essas alterações podem estar associadas a modificações na pigmentação e a características relacionadas ao branqueamento (HE et al., 2023).

Figura 1. Comparação visual dos fragmentos de Seriatopora caliendrum expostos à Benzofenona-3, e os controles (controle e DMSO) em 26º e 30ºC.



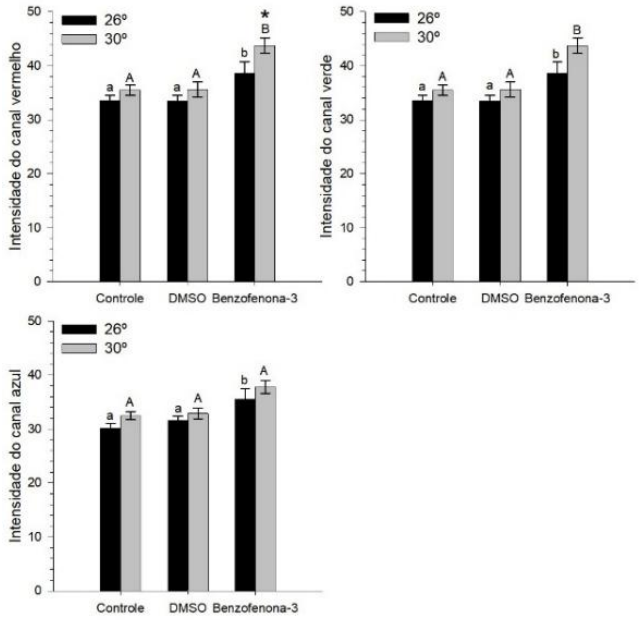
Os dados obtidos através do método de análise por RGB (Figura 2) mostram diferenças entre os tratamentos, com aumento das intensidades dos canais vermelho (R), verde (G) e azul (B) nos fragmentos expostos à benzofenona-3 (BP-3). Nos canais R e G, os tratamentos com BP-3 apresentaram os maiores valores de intensidade, atingindo aproximadamente 38–39 em 26 °C e 43–44 em 30 °C, enquanto os grupos Controle e DMSO permaneceram em valores inferiores e semelhantes entre si. Para o canal B, observou-se tendência semelhante, com

ISSN 2317-1316

valores próximos de 35–36 em 26 °C e 37–38 em 30 °C no tratamento com BP-3. As diferenças estatísticas indicadas pelas letras demonstram maior intensidade de coloração nos grupos expostos à BP-3 em relação aos respectivos controles. A elevação dos valores de RGB indica alteração da pigmentação dos tecidos, podendo estar associada à redução da pigmentação e a processos de estresse e branqueamento.

A análise de variância de dois fatores, identificou diferenças estatisticamente significativas para a temperatura nos canais R ($p = 0,008$) e G ($p = 0,041$), bem como para o tratamento nos três canais RGB ($p < 0,001$). Não foram observadas diferenças significativas para a interação entre temperatura e tratamento em nenhum dos canais ($p > 0,05$).

Figura 2: Branqueamento (média ± erro), avaliado através da tabela de cores RGB, de fragmentos de S. caliendrum expostos à benzofenona-3, e os controles (controle e DMSO) em ***26 °C e 30 °C****.*



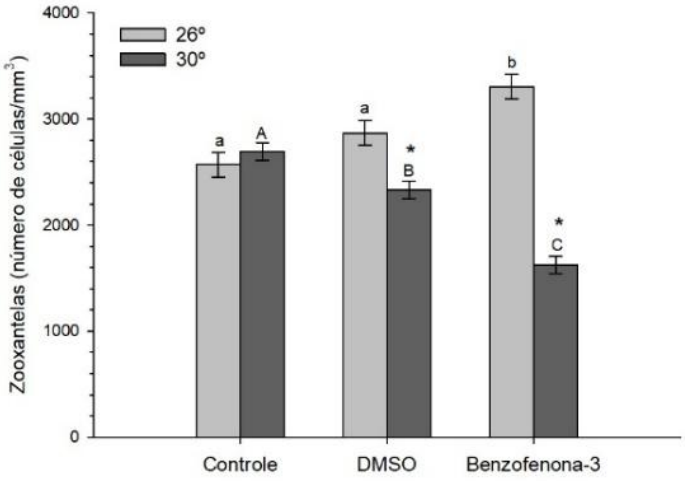
A densidade de zooxantelas apresentou diferenças entre os tratamentos e as duas temperaturas avaliadas. A 26 °C, os valores variaram de aproximadamente 2.550 células/mm³ no controle a 3.300 células/mm³ no tratamento com benzofenona-3 (BP-3), enquanto a 30 °C foram observadas densidades de aproximadamente 2.700, 2.350 e 1.600 células/mm³ nos grupos controle, DMSO e BP-3, respectivamente. O tratamento com BP-3 apresentou redução da densidade de zooxantelas a 30 °C, correspondendo a uma diminuição de aproximadamente

ISSN 2317-1316

50,6% em relação ao tratamento a 26 °C. Além disso, a densidade observada no grupo BP-3 a 30 °C foi inferior à dos demais tratamentos nessa temperatura.

A redução de zooxantelas observada na combinação de BP-3 e 30 °C indica alterações na resposta do coral ao estresse químico associado ao aumento da temperatura. A perda de simbiontes pode estar relacionada à ruptura da estabilidade da simbiose entre zooxantela e coral, constituindo um dos principais mecanismos associados ao branqueamento de corais (BOILARD et al., 2020). Esse resultado é consistente com as alterações observadas na análise RGB, na qual o tratamento com BP-3 a 30 °C apresentou aumento das intensidades dos canais vermelho e verde, indicando alteração da coloração dos fragmentos. Em conjunto, a redução da densidade de zooxantelas e as alterações de coloração sugerem que a exposição à BP-3 sob temperatura elevada pode estar associada as alterações associadas ao estresse e ao processo de branqueamento.

Figura 3: Efeito da temperatura e da benzofenona-3 sobre a densidade de zooxantelas em Seriatopora caliendrum



4 CONCLUSÃO

A exposição à BP-3 promoveu alterações evidentes a 30 °C, especialmente em relação à densidade de zooxantelas . Esses resultados indicam que o estresse térmico pode influenciar os efeitos do fotoprotetor, favorecendo o estresse nesses animais. Assim, a interação entre poluição química e aumento na temperatura representa um risco para a simbiose entre coral e zooxantelas.

ISSN 2317-1316

5 DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Declaração de Uso de IA: Durante a elaboração deste trabalho, utilizou-se a ferramenta ChatGPT para tradução. O conteúdo gerado foi revisado, editado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto final.

6 REFERÊNCIAS

Boilard, A. et al. Defining coral bleaching as a microbial dysbiosis within the coral holobiont. Microorganisms, v. 8, n. 11, art. 1682, 2020. https://doi.org/10.3390/microorganisms8111682

Cuccaro, A. et al. UV-filters in marine environments: a review of research trends, meta-analysis, and ecotoxicological impacts of 4-methylbenzylidene-camphor and benzophenone-3 on marine invertebrate communities. Environmental Science and Pollution Research, v. 29, p. 64370–64391, 2022. https://doi.org/10.1007/s11356-022-21913-4

He, T. et al. Organic ultraviolet filter mixture promotes bleaching of reef corals upon the threat of elevated seawater temperature. Science of the Total Environment, v. 876, art. 162744, 2023. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162744

Helgoe, J. et al. Triggers, cascades, and endpoints: connecting the dots of coral bleaching mechanisms. Biological Reviews, v. 99, n. 3, p. 715–752, 2024. https://doi.org/10.1111/brv.13042

Klein, S. G.; Roch, C.; Duarte, C. M. Systematic review of the uncertainty of coral reef futures under climate change. Nature Communications, v. 15, n. 1, art. 2224, 2024. https://doi.org/10.1038/s41467-024-46255-2

Mao, F.; He, Y.; Gin, K. Y.-H. Occurrence and fate of benzophenone-type UV filters in aquatic environments: a review. Environmental Science: Water Research & Technology, v. 5, p. 209–223, 2019. https://doi.org/10.1039/C8EW00539G

Mitchelmore, C. L. et al. A critical review of organic ultraviolet filter exposure, hazard, and risk to corals. Environmental Toxicology and Chemistry, v. 40, n. 4, p. 967–988, 2021. https://doi.org/10.1002/etc.4948

Wijgerde, T. et al. Adding insult to injury: Effects of chronic oxybenzone exposure and elevated temperature on two reef-building corals. Science of the Total Environment, v. 733, art. 139030, 2020. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139030