

BEATRIZ MARTINS CORAZZA

As respostas de múltiplas espécies de corais do Atlântico Sudoeste ao estresse térmico *in situ* e *ex situ*

São Paulo

2023

BEATRIZ MARTINS CORAZZA

As respostas de múltiplas espécies de corais do Atlântico Sudoeste ao estresse térmico *in situ* e *ex situ*

Versão Corrigida

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Mies

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Yukio Gomes Sumida

São Paulo

2023

RESUMO

CORAZZA, Beatriz Martins. **As respostas de múltiplas espécies de corais do Atlântico Sudoeste ao estresse térmico *in situ* e *ex situ***. 2023. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Os recifes de coral são ambientes altamente biodiversos e produtivos. Apesar de ocuparem uma pequena área dos oceanos, têm uma importância fundamental para a vida marinha e para os seres humanos. Contudo, esses recifes estão cada vez mais expostos a condições potencialmente estressoras, especialmente aquelas proporcionadas pelas mudanças climáticas, como o aumento da temperatura superficial dos oceanos. Para investigar a resposta dos corais do Atlântico Sudoeste, considerado um refúgio climático, foram adotadas duas abordagens: I. a primeira abordagem foi realizada *in situ*, com o objetivo de documentar o branqueamento, a mortalidade e a potencial recuperação dos corais durante o episódio de estresse térmico de 2019 em três recifes no sul da Bahia (Brasil). Foram tiradas fotos subaquáticas durante os monitoramentos do Projeto Coral Vivo entre os anos de 2018 e 2022. Essas imagens forneceram dados sobre a incidência de branqueamento, a cobertura coralínea bentônica e a abundância de colônias de corais. Os resultados mostraram uma redução no número de colônias em 31,80% e na cobertura em 49,59% em nível de comunidade. Além disso, as espécies *Mussismilia harttii* e *Millepora alcicornis* se destacaram por sua sensibilidade, com perdas de cobertura aproximadas de 67,27% e 91,33%, respectivamente. Mesmo três anos após o evento de estresse, apenas as espécies *Millepora alcicornis* e *Muriceopsis sulphurea* apresentaram valores significativos de recuperação, sugerindo que outras espécies, especialmente aquelas de morfologia massiva, predominantes no Atlântico Sudoeste, demandam de mais tempo para se recuperar. Com a frequência crescente de ondas de calor, a atenção aos corais brasileiros deve ser redobrada, especialmente diante das previsões de reestabelecimento das condições de *El Niño* (fase quente) em 2023 e a expectativa de fortalecimento até o verão de 2023-24 no Hemisfério Sul. II. a segunda abordagem, de natureza *ex situ*, buscou investigar a resposta de catorze espécies de corais que ocorrem no Brasil a condições experimentais de estresse térmico, além de compreender quais espécies são mais resistentes ou sensíveis. Fragmentos das catorze espécies foram alocados em oito aquários, sendo quatro submetidos a condições de controle (26 °C) e quatro a condições de tratamento que simulavam estresse térmico agudo (+4 °C, *i.e.*, 30 °C). Informações foram coletadas a partir dos fragmentos sob duas óticas: a fotossintética, com

medições de incidência de branqueamento visual, densidade de zooxantelas e eficiência fotossintética; e a de estresse oxidativo, com medições de peroxidação lipídica (LPO), carbonilação de proteínas (PCO) e dano ao DNA (sítios apurínicos/apirimidínicos - AP). Das catorze espécies, apenas quatro apresentaram branqueamento (sutil), uma apresentou redução da densidade de zooxantelas, cinco apresentaram redução de eficiência fotossintética, uma apresentou aumento de LPO, outra de dano oxidativo de DNA e nenhuma de PCO. Sendo assim, as espécies do Atlântico Sudoeste parecem apresentar resistência a condições de aumento de temperatura agudo. Os dados apresentados por esse estudo trazem informações de base e que não tinham sido acessadas até então, de modo a contribuir para a previsão de como essas espécies devem se comportar durante as próximas ondas de calor.

Palavras-chave: Branqueamento de corais. Brasil. Estresse oxidativo. Mudanças climáticas. Recuperação. Resistência.

ABSTRACT

CORAZZA, Beatriz Martins. **Responses of multiple species of corals from the Southwest Atlantic to *in situ* and *ex situ* thermal stress**. 2023. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Coral reefs are highly biodiverse and productive environments. Despite occupying a small area of the oceans, they hold fundamental importance for marine life and humans. However, these reefs are increasingly exposed to potentially stressful conditions, especially those driven by climate change, such as the rise in sea surface temperatures. To investigate the response of corals in the Southwest Atlantic, considered a climate refugia, two approaches were undertaken: I. The first approach was conducted *in situ*, aiming to document the bleaching, mortality, and potential recovery of corals during the 2019 thermal stress episode at three reefs in southern Bahia, Brazil. Subaquatic photos were taken during monitoring actions by the Projeto Coral Vivo between 2018 and 2022. These images yielded data on bleaching incidence, benthic coral cover, and coral colony abundance. Results revealed a reduction of 31.80% in colony numbers and 49.59% in cover at the community level. Additionally, the species *Mussismilia harttii* and *Millepora alcicornis* stood out for their sensitivity, with approximate cover losses of 67.27% and 91.33%, respectively. Even three years after the stress event, only *Millepora alcicornis* and *Muriceopsis sulphurea* exhibited significant recovery values, suggesting that other species, particularly those with massive morphologies prevalent in the Southwest Atlantic, require more time to recover. With the increasing occurrence of heatwaves, vigilance toward Brazilian corals should be heightened, especially given forecasts of the return of *El Niño* conditions in 2023 and the expected strengthening until the summer of 2023-24 in the Southern Hemisphere. II. The second *ex situ* approach aimed to investigate the response of fourteen coral species occurring in Brazil to experimental thermal stress conditions, as well as to understand which species are more resilient or sensitive. Fragments of these fourteen species were placed in eight aquariums, with four under control conditions (26°C) and four under treatment conditions simulating acute thermal stress (+4°C, *i.e.*, 30°C). Information was collected from the fragments from two perspectives: the photosynthetic aspect, involving measurements of visual bleaching incidence, density of Symbiodiniaceae dinoflagellates, and photosynthetic efficiency; and

the oxidative stress aspect, encompassing measurements of lipid peroxidation (LPO), protein carbonylation (PCO), and DNA damage (apurinic/aprimidinic - AP sites). Among the fourteen species, only four exhibited subtle bleaching, one showed reduced zooxanthellae density, five displayed lowered photosynthetic efficiency, one indicated increased LPO, another revealed oxidative DNA damage, and none showed an increase of PCO. Therefore, species from the Southwest Atlantic appear to demonstrate resistance to acute temperature increases. The data presented by this study provide foundational information that had not been accessed previously, contributing to predicting how these species may behave during upcoming heatwave events.

Keywords: Coral Bleaching. Brazil. Oxidative Stress. Climate Change. Recovery. Resistance.