MATERIAL PARTICULADO ATMOSFÉRICO COMO POTENCIAL INDUTOR DE DANOS BIOQUÍMICOS EM *CAPNELLA* SP.

ATMOSPHERIC PARTICULATE MATTER AS A POTENTIAL INDUCER OF BIOCHEMICAL DAMAGE IN *CAPNELLA* sp

Lucas do Nascimento Lima[a], Luis Felipe Barcena Albertoni[a], Beatriz Rodrigues Guarinão[a], Luiza de Castro Mastrangelo Dias[a], Iara Costa Souza[b], Marisa Narciso Fernandes[b], Helen Sadauskas-Henrique[a]

a Laboratório de Ecofisiologia e Bioquímica de Organismos Aquáticos, Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, R. Oswaldo Cruz, 277, Boqueirão, 11045-907 Santos, São Paulo, Brazil.

b Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de São Carlos (DCF/UFSCar), Rod. Washington Luiz, Km 235, 13565-905 São Carlos, São Paulo, Brazil.

Graduação em Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha da Universidade Santa Cecília.
E-mail para contato: limalucas.bio@gmail.com

RESUMO – O objetivo desta pesquisa é investigar os efeitos do MPA (Material particulado atmosférico) nos corais da espécie Capnella sp.. Foram realizados experimentos para avaliar as possíveis alterações nas enzimas de biotransformação GST e CAT, nos danos em DNA, lipídios e proteínas, e na densidade zooxantelas dos animais expostos, durante 96 h, a duas concentrações de MPA (0,01 e 0,1 g/L). Os resultados indicam que a exposição causou ativação das enzimas GST, causou danos ao DNA e reduziu a densidade de zooxantelas na concentração mais baixa. Em ambas as concentrações, o MPA causou aumento da atividade da CAT e danos em proteínas. A exposição ao MPA, causou danos bioquímicos e uma redução na associação com zooxantelas, o que pode comprometer a fisiologia e a capacidade fotossintética da espécie.

Palavras-chave: *Capnella sp., material particulado atmosférico, toxicidade.*

ABSTRACT – *The aim of this research is to investigate the effects of PMA (atmospheric particulate matter) on the corals of the species Capnella sp. Experiments were conducted to evaluate potential changes in biotransformation enzymes GST and CAT, DNA, lipid, and protein damage, as well as the density of zooxanthellae in the exposed animals over 96 hours, at two concentrations of PMA (0.01 and 0.1 g/L). The results indicate that exposure caused activation of GST enzymes, DNA damage, and reduced zooxanthellae density at the lower concentration. At both concentrations, PMA increased CAT activity and caused protein damage. Exposure to PMA resulted in biochemical damage and a reduction in association with zooxanthellae, which may compromise the physiology and photosynthetic capacity of the species.*

Keywords: *Capnella* sp., atmospheric particulate matter, toxicity.

Tipo do trabalho: (x) Iniciação científica ( ) Iniciação tecnológica ( ) Extensão

1. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos contêm naturalmente metais e metalóides devido a processos biogeoquímicos [4]. No entanto, atividades humanas, como a indústria minero-siderúrgica, aumentam a emissão de poluentes, especialmente o Material Particulado Atmosférico (MPA). Este inclui metais como alumínio, cádmio e chumbo, além de contaminantes emergentes, que podem afetar ambientes aquáticos ao se sedimentar [1]. Os biomarcadores indicam a exposição e o efeito dos contaminantes nos organismos [2], fornecendo informações sobre a saúde dos ecossistemas. Recifes de corais, vitais para a biodiversidade marinha, são particularmente vulneráveis [6]. O octocoral Capnella sp., pouco estudado, apresenta propriedades biológicas promissoras devido a seus metabólitos secundários [3]. Escolhido para este estudo por sua facilidade de reprodução em cativeiro e por ser um componente importante dos recifes, Capnella sp. foi exposto a concentrações relevantes de MPA (0,01 e 0,1 g/L) durante 96 h, com o objetivo de investigar alterações nas enzimas glutationa S-transferase (GST) e catalase (CAT), além de danos em DNA, lipídios e proteínas, e sua associação com zooxantelas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

SePM foi coletado na Ilha do Boi, Vitória-ES, com grande atividade metalúrgica. Colônias de *Capnella* sp. foram adquiridas de aquaristas, levadas ao laboratório e fragmentadas em mini-colônias. Após a cicatrização, as mini-colônias (n=8) foram expostas por 96h a duas concentrações de SePM (0,01 e 0,1 g/L) mais o controle, em réplicas. Foi utilizada água do mar

reconstituída feita com água deionizada e sal marinho (Fauna Marin Sea Salt®). Os parâmetros monitorados foram temperatura (26 ± 0,4°C), salinidade (33 ± 0,6), pH (8,2 ± 0,2), intensidade de iluminação (70 ± 90 µmol quanta/m2/s) e fotoperíodo (10:14). Após a exposição, os pólipos foram coletados e armazenados em -80°C até o momento das análises da GST, CAT, DNA strand breaks, proteínas carboniladas e TBARs utilizando ensaios colorimétricos. A contagem de zooxantelas foi realizada através do uso de camara de Newbauer. Diferenças significativas (P<0,05) entre os tratamentos foram determinadas utilizando ANOVA de uma via, seguida pelo teste de comparações múltiplas de Holm-Sidak.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostram que o MPA causa efeitos bioquímicos adversos em corais *Capnella* sp., como aumento da atividade enzimática antioxidante, danos ao DNA, maior carbonilação de proteínas e redução na densidade de zooxantelas. Esses efeitos corroboram a literatura existente sobre a toxicidade de metais pesados e componentes do MPA em organismos aquáticos [7]. O aumento da atividade da glutationa S-transferase (GST) e da catalase sugere uma resposta antioxidante ao estresse oxidativo, enquanto a elevação dos níveis de TBARS indica peroxidação lipídica e geração de espécies reativas de oxigênio (ROS), consistentes com os achados de [8].

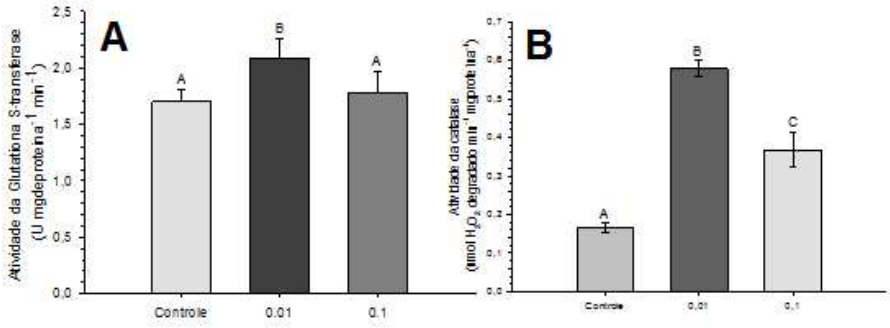


Figura 1 - Média ± erro da atividade da glutationa S-transferase (GST) (A) e catalase (CAT) (B) de Capnella sp.expostos as concentrações de 0,01 e 0,1 g/L de MPA durante 96h. Letras diferentes indicam diferença estatística (P<0,05).

Os danos ao DNA, mais pronunciados em concentrações maiores de MPA, estão de acordo com [5], e a redução das zooxantelas, observada especialmente nas maiores

concentrações, pode comprometer a fotossíntese do coral, semelhante ao fenômeno descrito por [6]. Assim, o estudo confirma a literatura existente e oferece novos insights sobre os efeitos do MPA em *Capnella* sp., uma espécie ecologicamente relevante.

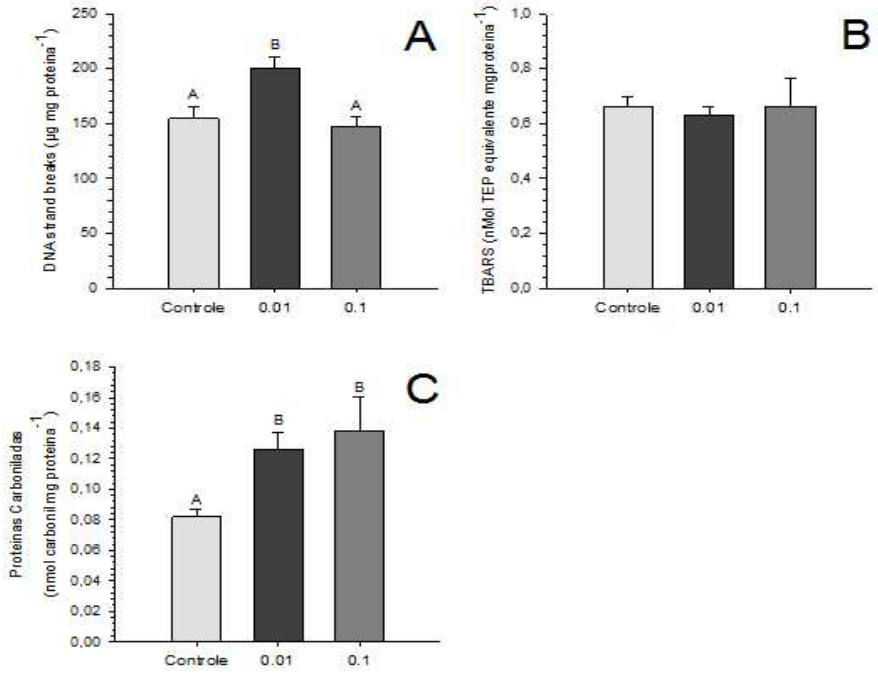


Figura 2 – Média ± erro dos danos em DNA (A), lipídeos (B) e proteínas (C) de Capnella sp.expostos as concentrações de 0,01 e 0,1 g/L de MPA durante 96h. Letras diferentes indicam diferença estatística (P<0,05).

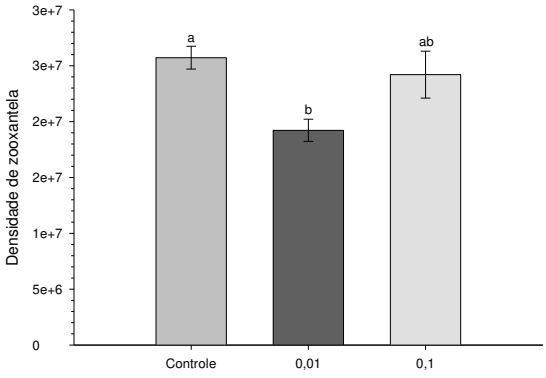


Figura 9 - Média ± erro da densidade de zooxantelas de Capnella sp.expostos as concentrações de 0,01 e 0,1 g/L de MPA durante 96h. Letras diferentes indicam diferença estatística (P<0,05).

4 CONCLUSÃO

Este estudo revelou que a exposição ao Material Particulado Atmosférico (MPA) causa efeitos bioquímicos adversos em corais Capnella sp., como aumento da atividade de enzimas antioxidantes, danos ao DNA e elevação da carbonilação de proteínas, indicando estresse oxidativo. Além disso, a redução na densidade de zooxantelas sugere que o MPA pode comprometer a fotossíntese dos corais, impactando negativamente sua saúde e sobrevivência. Esses resultados reforçam a necessidade de monitorar e controlar as emissões de MPA, especialmente em áreas costeiras industriais, e destacam a importância de pesquisas adicionais sobre a toxicidade do MPA em diferentes espécies marinhas.

5 REFERÊNCIAS

1. Arrivabene, Hiulana Pereira, Iara da Costa Souza, Walter Luiz Oliveira Có, Melina Moreira Conti, Daniel Alberto Wunderlin, and Camilla Rozindo Dias Milanez. 2015. "Effect of Pollution by Particulate Iron on the Morphoanatomy, Histochemistry, and Bioaccumulation of Three Mangrove Plant Species in Brazil." Chemosphere 127:27–34. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.01.011.
2. Carvalho, C. S., H. S. M. Utsunomiya, T. Pasquoto, R. Lima, M. J. Costa, and M. N. Fernandes. 2017. "Blood Cell Responses and Metallothionein in the Liver, Kidney and Muscles of Bullfrog Tadpoles, Lithobates Catesbeianus, Following Exposure to Different Metals." Environmental Pollution 221:445–52. doi: 10.1016/j.envpol.2016.12.012.
3. Norton, Danielle, and Karyn Collie. n.d. Climate and Conservation Implications of Coral Thermal Stress Response in Capnella Sp. and Zoanthus Sociatus.
4. Souza, Iara da C., Hiulana P. Arrivabene, Carol-Ann Craig, Andrew J. Midwood, Barry Thornton, Silvia T. Matsumoto, Michael Elliott, Daniel A. Wunderlin, Magdalena V. Monferrán, and Marisa N. Fernandes. 2018. "Interrogating Pollution Sources in a Mangrove Food Web Using Multiple Stable Isotopes." Science of The Total Environment 640–641:501–11. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.302.
5. Tamás, Markus, Sandeep Sharma, Sebastian Ibstedt, Therese Jacobson, and Philipp Christen. 2014. "Heavy Metals and Metalloids As a Cause for Protein Misfolding and Aggregation." Biomolecules 4(1):252–67. doi: 10.3390/biom4010252.
6. Vargas, Sergio, Thorsten Zimmer, Nicola Conci, Martin Lehmann, and Gert Wörheide. 2022. "Transcriptional Response of the Calcification and Stress Response Toolkits in an Octocoral under Heat and PH Stress." Molecular Ecology 31(3):798–810. doi: 10.1111/mec.16266.
7. Nguyen, L., Seneca, F. O., & Palumbi, S. R. (2017). Gene expression responses to heat shock and the role of regulatory variation in heat tolerance in a reef-building coral. Molecular Ecology, 26(5), 1140-1153.
8. Ghio, A. J., Carraway, M. S., & Madden, M. C. (2012). Composition of air pollution particles and oxidative stress in cells, tissues, and living systems. Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Reviews, 15(1), 1–21. doi: 10.1080/10937404.2012.632359