Visualizar Trabalho

Título:

SAÚDE ESTUARINA SOB PRESSÃO: DANOS GENÔMICOS POR MICROLESÕES NO DNA DA TAINHA (MUGIL CUREMA) REVELAM A VULNERABILIDADE AMBIENTAL DE SISTEMAS ESTUARINOS NO NORDESTE DO BRASIL

Palavras-chave:
Ensaio Cometa; Monitoramento; Peixe; Sentinela Ambiental; Tainha

Autores:
ANDERSON RODRIGUES BALBINO DE LIMA, JOSÉ CLAYTON JÚNIOR, MARIA RIMBELLY MARTINS DA SILVA, MARIANA REGINA ALMEIDA AGUIAR, MIRNA IZABELY OLIVEIRA DA SILVA, KAIKY DE LACERDA BARBOSA SANTOS, ANATIELLY RODRIGUES BALBINO DE LIMA, MARCELO ANTÔNIO AMARO PINHEIRO, RODRIGO AUGUSTO TORRES, MÔNICA LÚCIA ADAM

Introdução:

Os estuários são pontos críticos de biodiversidade, onde vivem moluscos, crustáceos e peixes durante parte ou totalidade de seus ciclos de vida. A intensa urbanização das zonas costeiras resulta no aporte de efluentes sem o devido tratamento nos estuários, comprometendo severamente a integridade genômica desses indivíduos. Nesse sentido, o uso de bioindicadores e de ferramentas de diagnóstico como o Ensaio Cometa, podem fornecer um panorama das condições ambientais dos estuários. Nosso estudo avaliou os padrões de microlesões genômicas na tainha (Mugil curema) de estuários do nordeste brasileiro com diferentes padrões de conservação.

Metodologia:

Um total de 214 espécimes de M. curema foram coletados durante dois anos (2019 e 2020) em duas estações climáticas (Inverno e verão). As coletas foram realizadas em seis estuários localizados em três estados do Nordeste do Brasil: Paraíba (PB), Pernambuco (PE) e Alagoas (AL). Os locais foram categorizados em estuários sob influência de regiões metropolitanas: Rio Paraíba (PB), Rio Capibaribe (PE) e Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú (AL); e estuários inseridos em Áreas de Preservação Ambiental: Mamanguape (PB), Formoso (PE) e Tatuamunha (AL). O estuário do rio Una (Estação Ecológica de São Paulo-SP), foi considerado um local de controle devido à sua condição intocada. Os exemplares foram obtidos post mortem junto à pescadores artesanais. Amostras de 10 µL de sangue das tainhas foram homogeneizadas em 120µL de agarose e espalhadas em lâminas pré-revestidas com agarose padrão. As lâminas permaneceram em solução de lise por uma hora, submetidas à eletroforese, fixadas em etanol e coradas (Gelred). Foram analisados 100 nucleoides/espécimes, classificando-os de 0 a 4 de acordo com o tamanho da cauda formada pelo DNA danificado. O Índice de Danos (ID) e a Frequência de Danos (FD), foram submetidos à ANOVA e pós-teste de Tukey.

Resultados e Discussão:

Testes preliminares de normalidade e homogeneidade de variâncias indicaram que os dados, em geral, atendem às premissas para análise paramétrica. O teste de Shapiro-Wilk mostrou que o ID ($W = 0,97–0,99$, $p \geq 0,05$) e o FD ($W = 0,96–0,99$, $p \geq 0,05$) seguiram distribuições normais entre os estuários, anos e estações. A homogeneidade de variâncias foi confirmada pelo teste de Levene ($L = 0,33–2,30$, $p \geq 0,05$) validando o uso de modelos lineares generalizados. O índice de danos (ID) apresentou a resposta fatorial mais forte, com efeitos principais altamente significativos de Estuário ($F = 2236,64$, $p < 0,0001$), Ano ($F = 361,18$, $p < 0,0001$) e Estação ($F = 13,21$, $p = 0,0004$). Tanto a interação Estuário × Ano quanto a interação Estuário × Estação foram significativas ($F = 11,11$ e $103,70$, $p < 0,0001$), assim como a interação tripla ($F = 12,68$, $p < 0,0001$), enquanto a interação Ano × Estação não foi ($p = 0,471$). Para a frequência de danos (FD), o estuário ($F = 359,75$, $p < 0,0001$) e a estação do ano ($F = 13,43$, $p = 0,0003$) foram significativos, enquanto o ano não foi ($F = 0,001$, $p = 0,968$). As interações estuário × estação e ano × estação foram significativas ($F = 4,90$, $p = 0,0003$; $F = 5,66$, $p = 0,0185$), enquanto as interações estuário × ano e o termo triplo não foram ($p \geq 0,139$). Um gradiente espacial claro foi evidente: os estuários metropolitanos exibiram consistentemente escores z positivos, indicando respostas genotóxicas relativas mais elevadas, enquanto os estuários associados às áreas de proteção ambiental concentraram valores negativos, correspondendo a menor atividade de biomarcadores. O biomarcador de microlesões (Ensaio Cometa) mostrou-se sensível na avaliação de danos genômicos em peixe estuarino, apresentando similaridade diagnóstica com estudos conduzidos em regiões estuarinas em todo o mundo. O ID exibiu a maior amplitude dinâmica e a maior discriminação por local, sugerindo sua sensibilidade superior a gradientes de qualidade ambiental. O FD apresentou menor dispersão e maior consistência temporal. Os padrões conjuntos observados nos mapas de calor por estuário demonstram que essas respostas não são independentes, mas complementares, representando diferentes estágios mecanísticos de lesão do DNA, desde a fragmentação de fita (ID) até a frequência de lesões (FD).

Conclusão:

O Índice de danos (ID) e a Frequência de danos (FD) resultantes das avaliações das microlesões genômicas constituem indicadores de alerta precoce sensíveis e integrativos da degradação estuarina. Sua aplicação combinada oferece uma estrutura diagnóstica poderosa para detectar alterações sutis, porém biologicamente significativas, na saúde dos peixes. A incorporação dessas ferramentas em programas de biomonitoramento e gestão de longo prazo irá aprimorar a detecção precoce da deterioração ecológica, orientará os esforços de mitigação e fortalecerá as estratégias de conservação para ambientes de mangue e estuários que enfrentam pressões antropogênicas e climáticas contínuas.

Referência Bibliográfica:

ADAM, Mônica L. et al. Espécies sentinelas: Monitoramento Ambiental com base em biomarcadores de efeito cito-e genotóxico. Revista CEPSUL-Biodiversidade e Conservação Marinha, v. 12, p. e20230002-e20230002, 2023.

ADAM, Mônica Lúcia et al. Assessing DNA damage in sentinel crabs as indicators of tourist impact in the Fernando de Noronha Archipelago, a Marine Protected Area and World Natural Heritage Site in Brazil. Environmental Monitoring and Assessment, v.197, n.10, p.1077, 2025.

LIMA, Anderson RB et al. Genomic damage in Mugil curema (Actinopterygii: Mugilidae) reveals the effects of intense urbanization on estuaries in northeastern Brazil. Marine pollution bulletin, v.138, p.63-69, 2019.

SINGH, Narendra P. et al. A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. Experimental cell research, v.175, n.1, p.184-191, 1988.

Fontes Financiadoras:

O trabalho teve apoio financeiro da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE).

Área:
Ecotoxicologia de ambientes marinhos e estuarino - Genotoxicidade ambiental

ODS 14 – Vida na Água

Tipo de apresentação:
Painel

Voltar