ISSN: 2594-6153

Efeitos da Contaminação por Chumbo em Peixes: Uma breve Revisão

Daniela Oliveira Teixeira de Sousa, Paloma Kachel Gusso Choueri

Laboratório de Ecotoxicologia, Universidade Santa Cecília, Santos-SP, Brasil

E-mail: daniela-lavigne@hotmail.com

Resumo: O chumbo é um metal tóxico para os peixes, mas o conhecimento sobre seus efeitos ainda é fragmentado. Este estudo visa identificar as principais respostas biológicas e o órgão-alvo dominante em peixes expostos ao chumbo via água. A pesquisa mostrou que a exposição ao chumbo causa bioacumulação, alterações bioquímicas graves e, em alguns casos, a morte dos peixes. As respostas variam conforme a espécie, forma do metal e condições do ambiente.
Palavras-chave: Respostas biológicas; Chumbo; Toxicidade; Bioacumulação; Estresse oxidativo

Effects of Lead Contamination in Fish: A Brief Review

Abstract: Lead is a toxic metal for fish, but knowledge about its effects is still fragmented. This study aims to identify the main biological responses and the dominant target organ in fish exposed to lead via water. The research showed that lead exposure causes bioaccumulation, severe biochemical alterations, and, in some cases, the death of the fish. The responses vary according to the species, form of the metal, and environmental conditions.
Keywords: Biological Responses; Lead; Toxicity; Bioaccumulation; Oxidative Stress

Introdução

O chumbo (Pb) é um metal não essencial que pode ser bioconcentrado em altos níveis tóxicos e causar muitas alterações hematológicas, renais, hepáticas e comportamentais. A contaminação dos ecossistemas aquáticos com Pb se tornou um sério problema em todo o mundo. O Pb entra nos corpos d'água por meio de muitas atividades industriais, como tintas, cimento, baterias e mineração, causando riscos ao meio ambiente aquático [1,2].

Entre os organismos aquáticos, os peixes são as espécies mais suscetíveis e os efeitos adversos do Pb, afetando a reprodução, causa a mortalidade, funções fisiológicas e também afetam a taxa de crescimento e a taxa de conversão alimentar em peixes. Em contato com o ambiente aquático, o Pb é principalmente absorvido através da superfície corporal, sistemas digestivo e brânquias [2,3].

Apesar do grande número de estudos que abordam este metal, percebe-se que o conhecimento acerca de seus efeitos ainda está muito fragmentado. Portanto, é relevante

ISSN: 2594-6153

analisar os resultados de pesquisas anteriores para compreender como ocorrem e quais são as respostas biológicas nos organismos expostos.

Objetivo

Identificar com base em dados apresentados pela literatura, quais são as principais respostas biológicas, e o órgão algo dominante em peixes expostos ao chumbo em laboratório via água.

Materiais e métodos

Foi acessada a base de dados da *Web of Science* no dia 15 de agosto de 2024 foi usado o termo de busca: *fish*, *lead*, *toxicity,* refinando para que os caracteres aparecem no título. Como interesse desse trabalho era ver o estado da arte da publicação nos últimos anos, foram selecionados, como filtro, os artigos publicados a partir de 2020. Foram encontrados um total de 24 estudos relacionados a essa busca. Como critério de inclusão e exclusão, foram aceito os artigos que tratam da toxicidade do chumbo para os peixes e como critério de exclusão, foram excluídos os artigos que não abordaram os efeitos do chumbo e a sua toxicidade.

Resultados e discussão

A análise da literatura mostrou que peixes-zebra expostos ao chumbo apresentaram mortalidade crescente com o tempo de exposição e aumento das concentrações. Após 24 horas, o valor de CL50 foi alto, mas caiu após 96 horas de tratamento [4]. A exposição prolongada aumenta a absorção de chumbo pelas brânquias, pele e sistema digestivo. Em água de menor dureza, a toxicidade foi maior comparada à água mais dura, onde a absorção é menor devido à formação de complexos insolúveis, destacando a importância de considerar as características físico-químicas do ambiente nos estudos de monitoramento biológico [4].

Analisando as respostas biológicas, efeitos hematológicos foram identificados na espécie *Ctenopharyngodon idella*, através das concentrações de glóbulos vermelhos, hemoglobina e hematócrito em comparação com os glóbulos brancos [5]. A hemoglobina, um módulo transportador de oxigênio, atua assim como um indicador das condições anêmicas dos peixes. Este estudo demonstrou um declínio significativo da hemoglobina indicando, portanto, que *C. idella* sofre de anemia grave causada pela toxicidade do metal [5].

ISSN: 2594-6153

Outro estudo avaliando os efeitos do chumbo em várias concentrações subletais em *Oreochromis niloticus* por um período de 30 dias, observou mudanças significativas nos parâmetros bioquímicos como como carboidratos, proteínas e conteúdo lipídico das brânquias, fígado, músculos e rins [6]. Portanto, a presença de chumbo em meios aquáticos e nos peixes deve ser motivo de maior preocupação quanto ao risco potencial dos metais para a saúde dos peixes e dos seres humanos [6].

O chumbo em sua forma livre pode ser tóxico, mas um estudo com genes dos peixes medaka (*Oryzias latipes*) identificou, através de seis genes exclusivos, que a exposição às nanopartículas de óxido de chumbo (nPbO2) afetam os peixes mais gravemente do que o íon Pb^{2+}. A pesquisa revelou que o nPbO2 pode se dissolver em Pb^{2+} ou ser disperso no trato gastrointestinal, aumentando sua biodisponibilidade e toxicidade. A acumulação de nPbO2 nos tecidos dos peixes contribui para disfunções neurocomportamentais e sugere que o impacto da contaminação por chumbo na água pode ser subestimado sem considerar as NPs [2].

A exposição ao Pb, também causou alterações significativas nos parâmetros bioquímicos séricos, incluindo aumento nos níveis de glicose, colesterol, ALT e AST em peixes expostos a 1/20 da LC50 de Pb por 3 semanas, estes também apresentaram hiperglicemia e outros indicadores de estresse. A suplementação com zeólita reduziu esses efeitos adversos, demonstrando sua eficácia na mitigação dos impactos do Pb. A elevação nos níveis de glicose sérica pode refletir o estresse causado pela exposição ao Pb [2]. Os resultados da literatura também mostraram uma diminuição no nível de GSH nas brânquias e no soro do peixe-gato *Clarias gariepinus*, bem como no fígado e nas brânquias de *Boleophthalmus pectinirostris* após exposição ao chumbo. Metais podem suprimir a atividade dos antioxidantes, levando ao estresse oxidativo. A redução de GSH reflete a capacidade dos metais em se ligar a enzimas antioxidantes, inativando-as e aumentando a suscetibilidade à oxidação por radicais livres [9].

A exposição simultânea ao chumbo (Pb) e a um outro fator estressor, como a amônia (NH3) resultou em aumento significativo dos níveis de cortisol na espécie *Oreochromis niloticus*, indicando estresse oxidativo e alterações na função neuromuscular. O Pb contribuiu para a inibição das atividades de neurotransmissores, como a acetilcolina esterase (AChE), essencial para a função neuromuscular e a memória. Um achado interessante, foi que a suplementação com Mn-NPs a 2 mg/kg de dieta reduziu esses efeitos adversos, melhorando a atividade da AChE e mitigando a toxicidade do Pb ao promover a desintoxicação e reduzir o estresse oxidativo. A presença de Pb nos tecidos dos peixes foi associada ao aumento de radicais livres e à disfunção das proteínas antioxidantes [8].

ISSN: 2594-6153

Na espécie *Rhamdia quelen*, o NPTiO2 sozinho causou danos genotóxicos nas células sanguíneas e renais, mas o grupo exposto a 50 NP não apresentou danos no sangue. Apesar de não ser um órgão-alvo, o impacto no tecido renal deve ser avaliado a longo prazo, considerando o possível comprometimento das funções renais. O fígado não mostrou danos genotóxicos com as concentrações usadas. A co-exposição com Pb causou desequilíbrio no sistema antioxidante e aumento da peroxidação lipídica. A exposição a curto prazo mostrou toxicidade significativa, e a exposição prolongada pode aumentar a toxicidade em organismos aquáticos [10].

A associação da cepa bacteriana resistente a Pb, VITMSJ3, com *Danio rerio* demonstrou uma eficiente acumulação de metais a partir da água contaminada artificialmente. O estudo não apenas mostrou uma redução no estresse oxidativo, mas também revelou a presença de enzimas antioxidantes, aumentando a sobrevivência dos peixes-zebra. Entre os principais achados estão o maior potencial de absorção, menor dano ao DNA e redução dos danos teciduais nas brânquias causados pela flora microbiana proeminente (VITMSJ3). No geral, o estudo oferece uma abordagem integrada utilizando uma bactéria para melhorar a saúde dos peixes em ambientes contaminados [8].As espécies *O. niloticus* e Cirrhinus. *mrigala*, presentes em corpos d'água doce tiveram três órgãos: rins, fígado e músculos analisados para cinco metais pesados (Cd, Fe, Pb, Ni, Zn). Particularmente o chumbo, foco desta pesquisa demonstrou um padrão de acumulação de rim<fígado<músculo. Embora tenha ocorrido a contaminação, os níveis não são considerados riscos à saúde para os consumidores [1].

Conclusão

Os resultados indicam que o chumbo se acumula em diversos tecidos, como rins, brânquias, fígado e músculos, causando alterações, que vão desde alterações bioquímicas, hematológicas e comportamentais até a letalidade dos organismos. A toxicidade é influenciada por fatores ambientais e físico-químicos do meio, que podem mitigar ou agravar os efeitos do chumbo. A exposição associada a outros contaminantes, como amônia, aumenta o estresse oxidativo e a disfunção fisiológica dos peixes. Quando o animal é exposto ao chumbo, mas é realizada uma suplementação em sua dieta, a toxicidade do metal pode ser reduzida. Esses achados reforçam a necessidade de um monitoramento rigoroso e de estratégias de mitigação para reduzir os níveis de chumbo nos ambientes aquáticos, visando proteger a saúde dos organismos aquáticos e dos consumidores humanos.

Referências

ISSN: 2594-6153

1. Chatha AMM, Naz S, Mansouri B, Nawaz A. **Accumulation and human health risk assessment of trace elements in two fish species, *Cirrhinus mrigala* and *Oreochromis niloticus*, at Tarukri Drain, District Rahimyar Khan, Punjab, Pakistan.** *Environ Sci Pollut Res Int.* 2023 Apr;30(19):56522-56533. doi: 10.1007/s11356-023-26337-2. Epub 2023 Mar 15. PMID: 36920608.
2. Abbas WT, Al-Saadi N, Al-Saadi Z, Al-Saadi H, Al-Juboori A, Al-Bakri A, Al-Mashaqbeh I, Al-Mekhlafi F. **Fish diet supplemented with Yemeni Zeolite improves growth performance and reduces lead toxicity in Nile tilapia (Oreochromis niloticus)**. Aquac Res. 2021;52(12):6678-6688.
3. Wagh MS, Osborne WJ, Sivarajan S. **Toxicity assessment of lead, nickel and cadmium on zebra fish augmented with *Bacillus xiamenensis* VITMSJ3: An insight on the defense mechanism against oxidative stress due to heavy metals.** *Food Chem Toxicol*. 2023;177:113830
4. Arjariya N, Sahu NP, Pal AK, Das SS, Debnath D, Roy D, et al. **Determination of toxic effects of lead acetate on different sizes of zebra fish (*Danio rerio*) in soft and hard water**. Saudi J Biol Sci. 2020;27(1):317-325. doi:10.1016/j.sjbs.2019.10.013.
5. Naderpour M, Dorostkar M, Esmaili S, Karami M, Alizadeh H, Khorsand H. **The effects of copper nanoparticles on the hematological indices and oxidative stress biomarkers in the freshwater fish, *Cyprinus carpio*.** Environ Sci Pollut Res. 2020;27(33):41541-41550. doi: 10.1007/s11356-020-09123-3.
6. Sasikumar S, Prakash Sahaya Leon J. **Toxicological effects of lead nitrate on biochemical parameters of freshwater fish *Oreochromis niloticus*: Life sciences-aquatic toxicology.** Int J Life Sci Pharma Res. 2022;12(5) . doi:10.22376/ijpbs/lpr.2022.12.5.L23-28.
7. Kung TA, Chen PJ. **Exploring specific biomarkers regarding neurobehavioral toxicity of lead dioxide nanoparticles in medaka fish in different water matrices.** *Sci Total Environ*. 2023 Jan 15;856(Pt 2):159268. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.159268. Epub 2022 Oct 5. PMID: 36208768.
8. Nalage RR, Sutar P, Gharpure A, Mhatre S, Ghole V. **Dietary manganese nano-particles improves gene regulation and biochemical attributes for mitigation of lead and ammonia toxicity in fish**. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol.*2024; 276:109818. doi: 10.1016/j.cbpc.2024.109818.
9. AL-Niemi RS, AL-Kshab AA. **Physiological effects of lead, cadmium and their mixture on some organs of *Alburnus mossulensis* fish**. *Iraqi J Agric Sci*. 2023;54(3):638-46.
10. Oya-Silva LF, Alves LC, Almeida EA, Pereira TSB, Oliveira TB, de Oliveira GM, et al. **Tissue-specific genotoxicity and antioxidant imbalance of titanium dioxide nanoparticles (NPTiO2) and inorganic lead (PbII) in a neotropical fish species.** Environ Toxicol Pharmacol. 2021;82:103551.