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

ISSN 2317-1316

AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE DE Daphnia similis APÓS A EXPOSIÇÃO À ALIMENTO CONTAMINADO COM MICROPLÁSTICOS E BENZO[A]PIRENO POR GERAÇÕES CONSECUTIVAS

EVALUATION OF Daphnia similis SENSITIVITY FOLLOWING TO FOOD CONTAMINATED WITH MICROPLASTICS AND BENZO[A]PYRENE OVER CONSECUTIVE GENERATIONS

Larissa Meiriely Cordeiro da Silva, Yuuri Gabriel de Souza Santos, Paloma Kachel Gusso Choueri
Universidade Santa Cecília, Faculdade de Ciências, Curso de Ciências Biológicas
E-mail para contato: larissa2meiriely58@gmail.com

*RESUMO – Os microplásticos (MPs) são partículas menores que 5 mm que podem interagir com organismos aquáticos e afetar os ecossistemas. o benzo[a]pireno (BaP) é um composto tóxico com propriedades mutagênicas e carcinogênicas. Este estudo avaliou a sensibilidade de Daphnia similis após a ingestão de microalgas Raphidocelis subcapitata contaminadas com MPs e BaP nas gerações F0, F1 e F2. Foram realizados ensaios de sensibilidade aguda com cloreto de potássio (*KCl*). Na F0, alguns tratamentos combinados (50 mg/L MPs + BaP e 500 mg/L MPs + BaP) apresentaram maior tolerância relativa, enquanto na F2 foram observados valores de CE50 inferiores aos do controle nos tratamentos 5 mg/L MPs, BaP 0,021 mg/L, 50 mg/L + BaP e 500 mg/L MPs + BaP. A baixa produção de neonatos limitou os ensaios. Os resultados indicam respostas distintas entre gerações e reforçam a importância de investigar efeitos multigeracionais.*
Palavras-chave: Partículas plásticas; Cladóceros; Toxicidade aguda; Exposição multigeracional; Ambientes dulcícolas.

ABSTRACT – Microplastics (MPs) are particles smaller than 5 mm that can interact with aquatic organisms and affect ecosystems. Benzo[a]pyrene (BaP) is a toxic compound with mutagenic and carcinogenic properties. This study evaluated the sensitivity of Daphnia similis following the ingestion of microalgae (Raphidocelis subcapitata) contaminated with MPs and BaP across the F0, F1, and F2 generations. Acute sensitivity tests were performed using potassium chloride (KCl). In the F0 generation, some combined treatments (50 mg/L MPs + BaP and 500 mg/L MPs + BaP) exhibited higher relative tolerance, whereas in the F2 generation, lower EC50 values than those of the control were observed in the treatments with 5 mg/L MPs, 0.021 mg/L BaP, 50 mg/L MPs + BaP, and 500 mg/L MPs + BaP. Low neonate production limited the performance of the tests. The results indicate distinct responses across generations and highlight the importance of investigating multigenerational effects.
Keywords: Plastic particles; Cladocerans; Acute toxicity; Multigenerational exposure; Freshwater environments.

ISSN 2317-1316

1. INTRODUÇÃO

Estudos recentes apontam que os microplásticos (MPs) podem atuar como vetores de substâncias químicas orgânicas hidrofóbicas, antibióticos e metais (Borges et al., 2022). São partículas de tamanho inferior a 5 mm (Eriksen et al., 2014), que interagem com os organismos e o ambiente, impactando negativamente os ecossistemas. Apesar da presença de sistemas de tratamento de águas residuais, uma grande quantidade dessas partículas acaba sendo liberada nos corpos d'água (Pereira et al., 2021). Além disso, podem representar riscos à saúde humana através da transferência de compostos químicos adicionados durante a produção do polímero, como o bisfenol A (BPA) e ftalatos (Burger, 2019), reconhecidos como desreguladores endócrinos (Campanale et al., 2020).

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são compostos orgânicos formados por dois ou mais anéis aromáticos condensados (Souza et al., 2019), gerados principalmente pela combustão incompleta de materiais ricos em carbono (Broman et al., 1991; Heemken et al., 2000). Possuem propriedades tóxicas e podem desencadear efeitos adversos em organismos aquáticos, como mutagenicidade e carcinogenicidade (Martins et al., 2020). Dentre eles, destaca-se o benzo[a]pireno (BaP), altamente mutagênico e carcinogênico (Carvalho et al., 2011), encontrado em ambientes aquáticos devido à deposição atmosférica e ao escoamento superficial. Sua baixa solubilidade em água favorece a associação à matéria orgânica (Bukowska et al., 2022). Em *Daphnia magna*, a exposição ao BaP foi associada a alterações na sobrevivência, fecundidade, reprodução, crescimento populacional e estabilidade genômica (Atienzar et al., 1999).

Apesar da crescente preocupação com esses poluentes, a maioria das pesquisas concentra-se em ambientes marinhos, com poucos estudos em ecossistemas de água doce. No Brasil, os trabalhos sobre microplásticos em corpos d'água interiores ainda são incipientes (Queiroz et al., 2022). Da mesma forma, os estudos sobre HPAs em águas continentais são escassos, embora esses contaminantes possam chegar a esses ambientes por escoamento, infiltração no solo e descarte inadequado de resíduos (Mahaney, 1994; Alimba e Fagio, 2019).

Daphnia similis é um microcrustáceo da ordem Cladocera e importante representante do zooplâncton, utilizado em estudos ecotoxicológicos devido à sua sensibilidade a contaminantes e relevância ecológica (Ribeiro et al., 2021). É empregada na avaliação da qualidade ambiental, conforme a NBR 12713 (ABNT, 2016). Sua alimentação constitui uma

ISSN 2317-1316

via de exposição indireta a contaminantes, pois pode ingerir microalgas previamente expostas a MPs e HPAs (McHale et al., 2024). Entre essas microalgas, destaca-se *Raphidocelis subcapitata*, fonte de alimento para organismos zooplanctônicos, incluindo *D. similis*, e utilizada em ensaios ecotoxicológicos devido à sua facilidade de cultivo e sensibilidade a substâncias tóxicas (Magdalena et al., 2023).

Os ensaios multigeracionais permitem compreender como os efeitos dos contaminantes se manifestam ao longo das gerações (Padilla Suarez et al., 2023). Em *Daphnia magna*, a exposição a microplásticos durante quatro gerações provocou alterações no crescimento, na reprodução e no crescimento populacional (Martins & Guilhermino, 2018). Da mesma forma, estudos com *Daphnia similis* e *Daphnia magna* expostas ao chumbo durante nove gerações demonstraram a importância de acompanhar diferentes gerações para compreender os efeitos dos contaminantes ao longo do tempo (Araújo et al., 2019).

O objetivo deste estudo foi avaliar a sensibilidade de três gerações consecutivas de *Daphnia similis* após a ingestão de microalgas contaminadas com benzo[a]pireno e diferentes concentrações de microplástico, observando possíveis efeitos na taxa de sobrevivência. A *Raphidocelis subcapitata* foi previamente contaminada com microplásticos e BaP, isolados e em combinação, e utilizada como alimento para *Daphnia similis*. A sensibilidade dos organismos foi avaliada por meio de ensaios de sensibilidade aguda, utilizando o cloreto de potássio (KCl) como substância de referência.

A hipótese do estudo foi de que a exposição à alga *R. subcapitata* contaminada com microplásticos e benzo[a]pireno provocaria efeitos tóxicos nos organismos e aumentaria a sensibilidade de gerações consecutivas de *Daphnia similis* a esses contaminantes. Os resultados deste estudo buscam contribuir com as metas propostas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que integram a "Agenda 2030", particularmente os ODS 14 e 15, "Vida na Água" e "Vida Terrestre", que tratam da conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres, respectivamente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada neste estudo segue os procedimentos descritos na norma NBR 12713 (ABNT, 2016), que estabelece os critérios para a realização de ensaios de toxicidade aguda com *Daphnia similis*.

ISSN 2317-1316

2.1. Preparação do Meio de Cultivo e Pré-cultivo de *R. subcapitata*

O pré-cultivo de *R. subcapitata* foi realizado em meio esterilizado, sob condições controladas de luz, temperatura e pH. As microalgas foram inoculadas nos tratamentos: controle meio, controle solvente (acetona), B[a]P, MPs (5, 50 e 500 mg/L) isolados e associados ao B[a]P. O ensaio durou 96 horas, avaliando a inibição do crescimento celular por contagem em câmara de Neubauer.

Após o ensaio, os cultivos foram centrifugados por 20 minutos em tubos Falcon. O sobrenadante foi descartado e o precipitado diluído em água de cultivo para *D. similis*, conforme a Tabela 1, as amostras foram transferidas para béqueres de até 150 mL, e a concentração celular foi determinada em câmara de Neubauer sob microscópio óptico, devendo estar entre 10^3 e 10^7 células/mL.

2.2. Desenho Experimental

Os organismos foram alimentados a cada 48 horas com microalgas contaminadas e, após a quarta ninhada de cada tratamento, foram realizados ensaios de sensibilidade aguda com KCl nas três gerações, avaliando a mortalidade conforme indicado na figura 1.

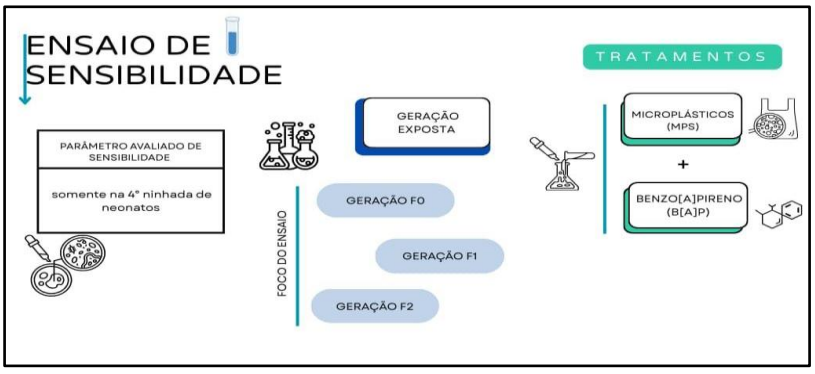


Figura 1: Desenho experimental do projeto.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

2.3. Ensaio de sensibilidade

A sensibilidade das gerações subsequentes foi testada com cloreto de potássio (KCl), conforme protocolo para ensaios de toxicidade aguda (NBR 17713, 2022). Para o preparo da

ISSN 2317-1316

solução, 1 g de KCl foi diluído em 500 mL de água destilada, utilizando balão volumétrico. A água de cultivo seguiu os parâmetros da NBR 12713 (ABNT, 2022), apresentados na Tabela 1

Tabela 1. Requisitos da água de cultivo para Daphnia similis.

Parâmetro	**Valor de referência**
PH	7,0 a 7,6
Dureza total	40 a 48
Oxigênio dissolvido	4 a 8 mg/L
Condutividade	100 a 300

Fonte: Adaptado de ABNT (2016).

Foram preparadas cinco diluições de KCl e um grupo controle (sem adição do soluto). Cada concentração foi distribuída em quatro réplicas, totalizando 24 tubos de ensaio, identificados com concentração, número da réplica, tipo de tratamento, data e horário. Os volumes utilizados na preparação das diluições estão descritos na Tabela 2

Tabela 2 – Volumes das diluições de KCl e água de cultivo para ensaio de sensibilidade com Daphnia similis.

Tipo de tratamento	**Volume de KCl (mL)**	**Volume de Água de Cultivo (mL)**
Controle	0	10
160	0,8	9,2
240	1,2	8,8
360	1,8	8,2
540	2,7	7,3
810	4,5	5,95

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Para cada réplica, foram utilizados cinco neonatos de *Daphnia similis* com 24 horas de vida, provenientes da quarta ninhada de cada geração. Os organismos foram transferidos com

ISSN 2317-1316

pipeta de ponta fina para tubos contendo as soluções, vedados com plástico filme e mantidos por 48±2 horas a 20°C, sob fotoperíodo de 16h luz/8h escuro. Ao final, foram contados os organismos mortos ou imóveis e medidos o pH e o oxigênio dissolvido de cada réplica.

2.4. Análise Estatística

A CE50 de B[a]P isolado e associado aos MPs, capaz de causar mortalidade em 50% dos neonatos de *Daphnia similis*, foi calculada por regressão não linear, considerando o R^2, a soma absoluta dos quadrados e intervalos de confiança de 95%, utilizando o GraphPad Prism v.5.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Sensibilidade aguda de *Daphnia similis*

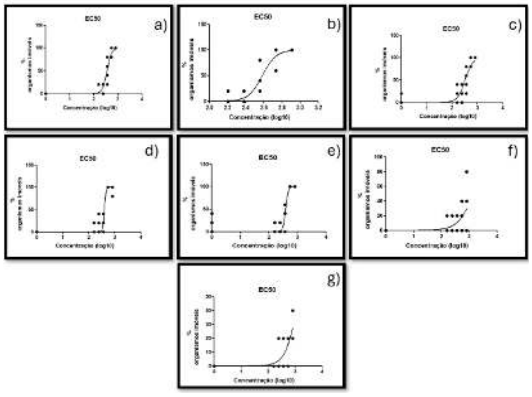
Os resultados dos ensaios de sensibilidade aguda mostraram diferenças na resposta dos organismos entre os tratamentos. Na geração F0, os tratamentos 5 mg/L MP, 50 mg/L MP, 500 mg/L MP e BaP apresentaram valores de CE50 próximos ao controle e dentro da variação de sensibilidade aceitável (0,00249 mg/L a 0,00410 mg/L), enquanto os tratamentos 5 mg/L + BaP, 50 mg/L + BaP e 500 mg/L + BaP apresentaram valores superiores ao controle e à variação estabelecida na carta controle, podendo indicar maior tolerância relativa dos organismos expostos. Os valores de CE50 estão apresentados na Tabela 3, enquanto as curvas de sensibilidade da geração F0 são apresentadas na Figura 2.

Tabela 3 - Valores de CE_{50} obtidos nos ensaios de sensibilidade aguda de Daphnia similis nas gerações F0, F1 e F2 e respectiva classificação da sensibilidade

Geração	Tratamento	CE50 (mg/L)	Variação de sensibilidade (mg/L)
F0	Controle	0,003563	0,003217 - 0,003947
F0	5 mg/L MPs	0,003811	0,003425 - 0,004240
F0	50 mg/L MPs	0,003226	0,002729 - 0,003814
F0	500 mg/L MPs	0,003953	0,003189 - 0,004900
F0	BaP 0,021 mg/L	0,003817	0,003458 - 0,004214
F0	50 mg/L MPs + BaP	0,01412	0,005225 - 0,03817
F0	500 mg/L MPs + BaP	0,01382	0,007917 - 0,02414
F1	Controle	0,003766	0,003400 - 0,004172
F2	Controle	0,00473	0,004308 - 0,005194
F2	5 mg/L MP	0,003303	0,002971 - 0,003673
F2	BaP 0,021 mg/L	0,003691	0,003275 - 0,004159
F2	50 mg/L MPs + BaP	0,003786	0,003233 - 0,004433
F2	500 mg/L MPs + BaP	0,003304	0,003053 - 0,003576

ISSN 2317-1316

Figura 2: Curvas de sensibilidade dos neonatos dos tratamentos da geração F0. A) controle; B) 5 mg/L MP; C) 50 mg/L MP; D) 500 mg/L MP; E) BaP; F) 50 mg/L + BaP; G) 500mg/L + BaP;

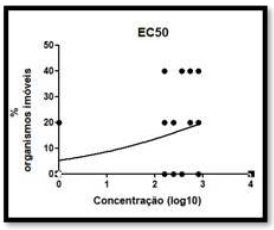


No tratamento 5 mg/L + BaP, devido à baixa mortalidade no ensaio de sensibilidade aguda, não foi possível calcular a CE50. Dessa forma, foi necessário calcular a CE25, concentração capaz de produzir 25% do efeito máximo sob as condições experimentais, apresentando o valor de 0,01819 mg/L. O resultado está apresentado na Tabela 4

Tabela 4 - Valores de CE25 obtidos nos ensaios de sensibilidade aguda de Daphnia similis nas gerações F0 e respectiva classificação da sensibilidade

Geração	Tratamento	CE25 (mg/L)	Variação de sensibilidade (mg/L)
F0	5 mg/L MPs + BaP	0,01819	0,0123 - 0,03877

Figura 3: Curvas de sensibilidade dos neonatos do tratamento 5 mg/L MPs + BaP da geração F0.

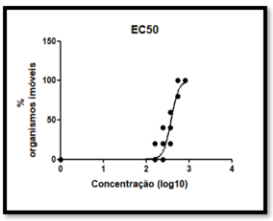


3.2 Variação de sensibilidade entre gerações

Na geração F1, devido à baixa produção de neonatos na 4ª ninhada dos organismos expostos aos tratamentos, só foi possível realizar o ensaio de sensibilidade aguda para o controle. A curva de sensibilidade do controle da geração F1 está apresentada na Figura 4.

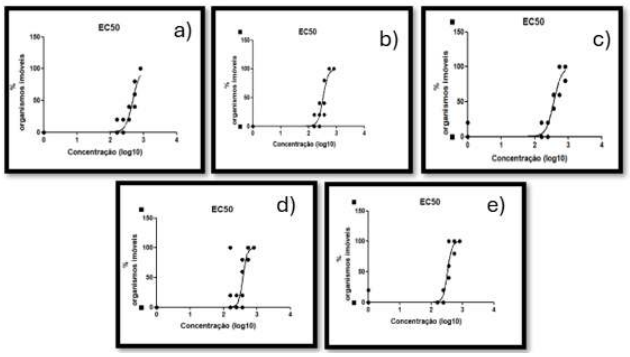
Figura 4: Curvas de sensibilidade dos neonatos do tratamento controle da geração F1.

ISSN 2317-1316



Os resultados demonstraram CE50 de 0,003766 mg/L KCl, dentro da variação de sensibilidade aceitável para o organismo na carta controle. Assim como na geração anterior, a baixa produção de neonatos na quarta ninhada impossibilitou ensaios de sensibilidade aguda para todos os tratamentos da geração F2. Os ensaios foram realizados somente para os tratamentos: controle, 5 mg/L MPs, BaP 0,021 mg/L, 50 mg/L MPs + BaP e 500 mg/L MPs + BaP. As curvas de sensibilidade estão apresentadas na Figura 5.

Figura 5: Curvas de sensibilidadade dos neonatos dos tratamentos da geração F2. A) controle; B) 5 mg/L MP; C) BaP; D) 50 mg/L + BaP; E) 500mg/L + BaP;



O controle apresentou CE50 acima do valor máximo de sensibilidade na carta controle, enquanto os demais tratamentos apresentaram valores inferiores. Essas diferenças podem estar relacionadas às características fisiológicas dos neonatos e às condições de exposição. Brans et al. (2021) observaram diferenças na resistência de populações de *Daphnia magna* ao clorpirifós, enquanto Janssens et al. (2022) verificaram aumento da tolerância após exposição e seleção ao longo das gerações. Esses estudos contextualizam os valores de CE50 mais elevados nos tratamentos de 5, 50 e 500 mg/L + BaP, que podem indicar maior tolerância relativa. Entretanto, Bundschuh et al. (2012) observaram aumento da sensibilidade da geração seguinte após exposição parental de *D. magna* a nanopartículas de dióxido de titânio, contribuindo para interpretar os menores valores de CE50 na F2 em relação ao controle.

ISSN 2317-1316

De maneira geral, a resposta de *Daphnia similis* variou entre gerações e tratamentos. Na F0, as maiores concentrações de microplásticos associadas ao BaP apresentaram CE50 mais elevados, enquanto na F2 os valores foram inferiores ao controle, reforçando a importância da avaliação multigeracional para compreender as variações de sensibilidade.

Daphnia similis apresenta fácil reprodução e alta sensibilidade a contaminantes, mas pode ser suscetível a alterações na qualidade da água, como variações de pH e temperatura. A baixa produção de neonatos na quarta ninhada dos tratamentos com contaminantes, isolados ou combinados, comprometeu os ensaios de sensibilidade aguda em todas as condições experimentais a partir da F1. Essa redução pode indicar impactos reprodutivos da exposição via alimentação e ter limitado a continuidade dos ensaios.

4. CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que a exposição multigeracional ao alimento contaminado com microplásticos e benzo[a]pireno altera a sensibilidade de *Daphnia similis*, revelando uma resposta dinâmica entre as gerações, caracterizada por tolerância relativa inicial na F0, seguida por maior sensibilidade na F2. Estes resultados ajudam a elucidar os efeitos transgeracionais na biota dulcícola, ampliando o conhecimento sobre os impactos da poluição indireta e fornecendo subsídios para políticas públicas de regulação ambiental.

5. DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Declaração de Uso de IA: Durante a elaboração deste trabalho, utilizou-se a ferramenta ChatGPT para auxiliar na busca e identificação de artigos científicos relacionados ao tema da pesquisa. O conteúdo gerado foi revisado, editado e validado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo texto final.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores Larissa Meiriely Cordeiro da Silva, Yuuri Gabriel de Souza Santos e Paloma Kachel Gusso-Choueri agradecem ao Conselho Nacional Brasileiro de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq) pela bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) fornecida durante todo o período de realização da pesquisa

ISSN 2317-1316

7. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2016). *ABNT NBR 12713: Ecotoxicologia aquática — Toxicidade aguda — Método de ensaio com Daphnia spp. (Crustacea, Cladocera)*. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/joaquimgoncalvesmachadonetto/nbr12713-2016-toxic-aguda-daphnia.pdf.

Alimba, C. G., & Faggio, C. (2019). Microplastics in the marine environment: Current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. *Environmental toxicology and pharmacology*, *68*, 61-74.Araujo, G. S., Abessa, D. M. S., Soares, A. M. V. DOI: 10.1016/j.etap.2019.03.001

Atienzar, F. A., Conradi, M., Evenden, A. J., Jha, A. N., & Depledge, M. H. (1999). Qualitative assessment of genotoxicity using random amplified polymorphic DNA: Comparison of genomic template stability with key fitness parameters in *Daphnia magna* exposed to benzo[a]pyrene. *Environmental Toxicology and Chemistry, 18*(10), 2275–2282. https://doi.org/10.1002/etc.5620181023.

Batel, A., Borchert, F., Reinwald, H., Erdinger, L., & Braunbeck, T. (2018). Microplastic accumulation patterns and transfer of benzo[a]pyrene to adult zebrafish (*Danio rerio*) gills and zebrafish embryos. *Environmental Pollution, 235*, 918–930. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.028

Bundschuh, M., Seitz, F., Rosenfeldt, R. R., & Schulz, R. (2012). Titanium dioxide nanoparticles increase sensitivity in the next generation of the water flea *Daphnia magna*. *PLOS ONE, 7*(11), Article e48956. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048956

Broman, D., Näf, C., Rolff, C., & Zebühr, Y. (1991). Occurrence and dynamics of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and polycyclic aromatic hydrocarbons in the mixed surface layer of remote coastal and offshore waters of the Baltic. *Environmental Science & Technology, 25*, 1850–1864. DOI: https://doi.org/10.1021/es00023a002.

Bukowska, B., Mokra, K., & Michałowicz, J. (2022). Benzo[a]pyrene—Environmental occurrence, human exposure, and mechanisms of toxicity. *International Journal of Molecular Sciences, 23*(11), Article 6348. https://doi.org/10.3390/ijms23116348

Burger, G. M. (2019). *Os efeitos negativos do BPA e dos ftalatos para a saúde humana* [Trabalho de conclusão de curso de graduação, Universidade de São Paulo]. https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/4c4f2a55-5fb1-420d-91e7-bd0c4ecf34b3/Burger_Gustavo_tcc.pdf

Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V., & Uricchio, V. F. (2020). A detailed review study on potential effects of microplastics and additives of concern on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(4), Article 1212. https://doi.org/10.3390/ijerph17041212

ISSN 2317-1316

Carvalho, R. N., Bopp, S. K., & Lettieri, T. (2011). Transcriptomics responses in marine diatom *Thalassiosira pseudonana* exposed to the polycyclic aromatic hydrocarbon benzo[a]pyrene. *PLOS ONE, 6*(11), Article e26985. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0026985

Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLOS ONE, 9*(12), Article e111913. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913

Farelos, K. I., Almeida, R. A., & Fajgenblat, M. (2021). Diferenciação genética na resistência a pesticidas entre populações urbanas e rurais de uma espécie-chave não alvo de água doce, *Daphnia magna*. *Evolutionary Applications, 14*, 2541–2552. DOI: https://doi.org/10.1111/eva.13293

He, Y., & Yin, R. (2024). The reproductive and transgenerational toxicity of microplastics and nanoplastics: A threat to mammalian fertility in both sexes. *Journal of Applied Toxicology, 44*(1), 66–85. DOI: https://doi.org/10.1002/jat.4510

Heemken, O. P., Stachel, B., Theobald, N., & Wenclawiak, B. W. (2000). Temporal variability of organic micropollutants in suspended particulate matter of the River Elbe at Hamburg and the River Mulde at Dessau, Germany. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 38*, 11–31. DOI: https://doi.org/10.1007/s002449910003.

Janssens, L., Van de Maele, M., Delnat, V., Theys, C., Mukherjee, S., De Meester, L., & Stoks, R. (2022). Evolution of pesticide tolerance and associated changes in the microbiome in the water flea *Daphnia magna*. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 240*, Article 113697. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113697.

M., & Loureiro, S. (2019). Multi-generational exposure to Pb in two monophyletic *Daphnia* species: Individual, functional and population related endpoints. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 173*, 77–85. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.02.001

Mahaney, P. A. (1994). Effects of freshwater petroleum contamination on amphibian hatching and metamorphosis. *Environmental Toxicology and Chemistry, 13*(2), 259–265. DOI: https://doi.org/10.1002/etc.5620130210

Martins, A., & Guilhermino, L. (2018). Transgenerational effects and recovery of microplastics exposure in model populations of the freshwater cladoceran *Daphnia magna* Straus. *Science of the Total Environment, 631–632*, 421–428. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.054

de Campos, J. M., Wintruff, L. T. T., Westphal, G. G. C., de Souza-Bastos, L. R., & Sadauskas-Henrique, H. (2020). Interação entre microplástico e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e os efeitos desta sobre a histopatologia estomacal e intestinal da espécie neotropical *Astyanax lacustris*. *Anais do Encontro Nacional de Pós-Graduação, 4*(1), 306–310. Disponível em: https://periodicos.unisanta.br/ENPG/pt_BR/article/view/1816.

ISSN 2317-1316

McHale, M. E., & Sheehan, K. L. (2024). Bioaccumulation, transfer, and impacts of microplastics in aquatic food chains. *Journal of Environmental Exposure Assessment, 3*, Article 15. DOI: https://doi.org/10.20517/jeea.2023.49

Organização das Nações Unidas. (2015). *Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Disponível em: https://nacoesunidas.org/agenda2030/

Padilla Suarez, E. G., Pugliese, S., Galdiero, E., Guida, M., Libralato, G., Saviano, L., Spampinato, M., Pappalardo, C., & Siciliano, A. (2023). Multigenerational tests on *Daphnia* spp.: A vision and new perspectives. *Environmental Pollution, 337*, Article 122629. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122629

Pereira, T. da C., Araújo, D. B., & Bila, D. M. (2021). Microplásticos em estação de tratamento de esgoto: Uma revisão. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica, 14*(2), 917–932. DOI: https://doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2021.14.2.75496

Rani-Borges, B., & Pompêo, M. (2022). Microplásticos como transportadores de poluentes em água doce e no solo. *Microplásticos nos ecossistemas: impactos e soluções* (pp. 118–133). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/microplastico/.

Souza, L. C. (2019). *Estudo dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) em amostras de água e material particulado em suspensão no rio Aurá, Belém–PA* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará]. Repositório Institucional da UFPA. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/12080

Zagatto, P. A. (1988). Sensibilidade de *Daphnia similis*: Controle de qualidade de culturas. *Revista Ambiente, 2*(2), 79–83. Disponível em: https://revista.cetesb.sp.gov.br/revista/article/view/74