



TOXICIDADE DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS REAIS UTILIZANDO TESTES COM *ALLIUM CEPA* E *DANIO RERIO*: UMA REVISÃO

Alice da Silva Gonçalves

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *Campus* Cerro Largo e bolsista Carrefour

Suzymeire Baroni

Docente do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *Campus* Cerro Largo

Fernando Henrique Borba

Docente do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *Campus* Cerro Largo
fernando.borba@uffs.edu.br

1. Introdução

A expansão da urbanização e da industrialização acarretou a geração de grandes quantidades de águas residuárias. Estas, por sua vez, possuem uma gama de contaminantes em sua composição, dentre eles, antibióticos, compostos orgânicos persistentes, microplásticos e disruptores endócrinos (Shabir *et al.*, 2022; Tang *et al.*, 2022; Karthigadevi *et al.*, 2021; Kasonga *et al.*, 2021; Cheng *et al.*, 2020).

O lançamento de águas residuárias não tratadas ou tratadas de forma inadequada, ocasiona na contaminação de corpos hídricos receptores e organismos ali presentes. Desta forma, compreende-se a necessidade do uso de testes de toxicidade aliados ao monitoramento físico-químico (Li *et al.*, 2023).

Diante disto, a utilização de organismos vegetais apresenta notável relevância no biomonitoramento de poluentes ambientais, tendo em vista que seus cromossomos constituem biomarcadores altamente sensíveis e eficazes na detecção de agentes mutagênicos (Sharma; Purchase; Chandra, 2021; Chowdhary *et al.*, 2022). Ademais, análises utilizando vertebrados permitem a avaliação visual da expressão de diferentes graus de toxicidade e danos, visualizando e quantificando estados fisiológicos, anatômicos, bioquímicos e de expressão gênica (Littleton; Hove, 2013; Derikvandy *et al.*, 2020; Ramírez-Moreno *et al.*, 2023).

Assim, esta pesquisa parte do pressuposto da contaminação de corpos hídricos



receptores através do lançamento de efluentes e a necessidade do uso de testes de toxicidade como complementação do monitoramento físico e químico.

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar por meio de uma revisão de literatura, estudos que abordam acerca de testes de toxicidade em *Danio rerio* e citotoxicidade e genotoxicidade na região meristemática da raiz de *Allium cepa*, na base digital PubMed nos últimos cinco anos.

2. Metodologia

Para a elaboração desta revisão foi utilizada a plataforma PubMed, investigando produções científicas publicadas nos últimos cinco anos (2020-2025). Deste modo, a busca considerou os seguintes descritores: (real wastewater OR wastewater OR WWTP) AND (toxicity OR acute toxicity OR genotoxicity OR cytotoxicity OR phytotoxicity) AND (*Danio rerio* OR Zebrafish OR *Allium cepa*). Como critérios de inclusão utilizamos os seguintes parâmetros: (I) artigos originais; (II) publicados no período entre 2020 e 2025; (III) estudos que tratavam acerca da avaliação da toxicidade de águas residuárias reais; (IV) estudos que abordaram acerca de testes de toxicidade em *Danio rerio* e citotoxicidade e genotoxicidade na região meristemática da raiz de *Allium cepa*. Os critérios de exclusão foram: (I) artigos não relacionados ao tema avaliação de toxicidade de águas residuárias reais; (II) artigos que não utilizaram testes de toxicidade, genotoxicidade e citotoxicidade; (III) artigos de revisão; (IV) artigos que utilizaram efluentes sintéticos ou apenas testes com compostos químicos; (V) trabalhos que não estavam totalmente disponíveis.

A pesquisa inicial resultou em 223 artigos, após a análise dos títulos ou resumos, com o intuito de excluir pesquisas que não se enquadravam nos critérios de inclusão, 142 foram descartados por utilizarem efluentes sintéticos ou apenas testes com compostos químicos e outros 43 foram descartados por utilizarem testes com outros organismos. Por fim, a seleção resultou em 38 artigos.

3. Resultados e discussão

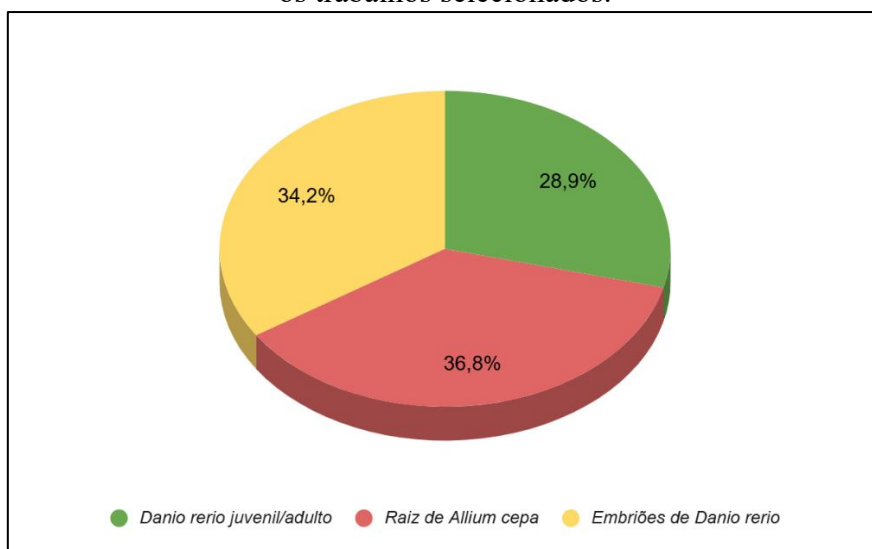
Dos 38 artigos selecionados, na Figura 1 estão representados os percentuais dos organismos utilizados. Desta forma, destaca-se que aproximadamente 37% dos trabalhos



utilizaram testes de genotoxicidade e citotoxicidade com a região meristemática de raízes de *Allium cepa*.

Os testes com estes organismos têm maior ocorrência devido ao crescimento radicular sensível a contaminantes e fases mitóticas muito claras. Além disto, por ser de baixo custo e simples de aplicar, o teste com raízes de *Allium cepa* permite a investigação de diferentes tipos de efeitos. Desta forma, o índice mitótico e as anormalidades nucleares, tornaram-se uma ferramenta útil para identificar a presença de substâncias tóxicas, citotóxicas e genotóxicas em efluentes oriundos de diversas fontes (Lutterbeck *et al.*, 2020; Furtado *et al.*, 2020; Sharma; Purchase; Chandra, 2021; Chowdhary *et al.*, 2022; Mohammed *et al.*, 2023).

Figura 1 – Percentual dos organismos utilizados nos testes de toxicidade de acordo com os trabalhos selecionados.



Fonte: autores (2025).

Outrossim, o uso de peixes em análises de toxicidade de águas residuárias e na supervisão de corpos hídricos receptores passou a ser essencial não apenas pela importância do monitoramento ecológico, mas também devido aos múltiplos biomarcadores que estes organismos possibilitam avaliar (Derikvandy *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2023; Ramírez-Moreno *et al.*, 2023). Porém, em algumas circunstâncias o uso de testes utilizando embriões de peixes são de grande valia, uma vez que, são uma alternativa viável na busca por atingir um importante fator nas investigações científicas que é o princípio dos 3Rs (reduzir, refinar e substituir). Desta maneira, o teste de



embriotoxicidade do *Danio rerio* oferece vantagens quanto a detecção de contaminantes ao longo do desenvolvimento embrionário, em razão da transparência dos embriões e do rápido desenvolvimento, permitindo a redução no uso de matrizes adultas (Norberg-king *et al.*, 2018; Gauthier; Vijayan, 2020; Ribeiro *et al.*, 2020; Da Silva *et al.*, 2021), isto pode ser evidenciado nos resultados deste trabalho.

4. Considerações finais

A partir da análise dos estudos selecionados, evidencia-se que a utilização de *Allium cepa* e *Danio rerio* em testes de toxicidade constitui uma abordagem eficaz e complementar às análises físico-químicas, contribuindo para a avaliação dos efeitos de efluentes sobre organismos. As raízes de *A. cepa* destacam-se por sua sensibilidade a contaminantes, facilidade de cultivo, baixo custo e capacidade de explorar as possíveis alterações citogenéticas, sendo empregadas como bioindicadoras de citotoxicidade e genotoxicidade em diferentes matrizes ambientais.

Ademais, os testes com embriões de *Danio rerio* apresentam vantagens no contexto dos princípios dos 3Rs, especialmente pela transparência embrionária, rápido desenvolvimento e sensibilidade a agentes tóxicos ao longo das fases iniciais da vida.

Desta forma, é possível reconhecer a importância do uso de bioensaios com diferentes organismos no monitoramento ambiental, visando os impactos de contaminantes sobre os ecossistemas aquáticos.

Referências

CHENG, D. *et al.* A critical review on antibiotics and hormones in swine wastewater: Water pollution problems and control approaches. **Journal of hazardous materials**, v. 387, p. 121682, 2020.

CHOWDHARY, P. *et al.* Detection and identification of hazardous organic pollutants from distillery wastewater by GC-MS analysis and its phytotoxicity and genotoxicity evaluation by using *Allium cepa* and *Cicer arietinum* L. **Chemosphere**, v. 297, p. 134123, 2022.

DA SILVA, P. R. *et al.* Evaluation of toxicity and estrogenicity in UASB-Treated municipal sewage. **Chemosphere**, v. 268, p. 128778, 2021.

DERIKVANDY, A. *et al.* Genotoxicity and oxidative damage in zebrafish (*Danio rerio*) after exposure to effluent from ethyl alcohol industry. **Chemosphere**, v. 251, p. 126609, 2020.



FURTADO, A. O. *et al.* Evaluation of hospital laundry effluents treated by advanced oxidation processes and their cytotoxic effects on *Allium cepa* L. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, p. 1-8, 2020.

GAUTHIER, P. T.; VIJAYAN, M. M. Municipal wastewater effluent exposure disrupts early development, larval behavior, and stress response in zebrafish. **Environmental Pollution**, v. 259, p. 113757, 2020.

KARTHIGADEVI, G. *et al.* RETRACTED: Chemico-nanotreatment methods for the removal of persistent organic pollutants and xenobiotics in water—A review. **Bioresource Technology**, v. 324, p. 124678, 2021.

KASONGA, T. K. *et al.* Endocrine-disruptive chemicals as contaminants of emerging concern in wastewater and surface water: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 277, p. 111485, 2021.

LI, S. *et al.* Effect of long-term exposure to dyeing wastewater treatment plant effluent on growth and gut microbiota of adult zebrafish (*Danio rerio*). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 18, p. 53674-53684, 2023.

LITTLETON, R. M.; HOVE, J. R. Zebrafish: a nontraditional model of traditional medicine. **Journal Of Ethnopharmacology**, v. 145, n. 3, p. 677-685, 2013.

LUTTERBECK, C. A. *et al.* Toxicity evaluation of hospital laundry wastewaters treated by microbial fuel cells and constructed wetlands. **Science of the Total Environment**, v. 729, p. 138816, 2020.

NORBERG-KING, T. J. *et al.* An international perspective on the tools and concepts for effluent toxicity assessments in the context of animal alternatives: Reduction in vertebrate use. **Environmental toxicology and chemistry**, v. 37, n. 11, p. 2745-2757, 2018.

RAMÍREZ-MORENO, F. J. *et al.* A comprehensive approach to how hospital effluents lead to oxidative stress and shift the gene expression in target organs of *Danio rerio*. **Science of The Total Environment**, v. 887, p. 164057, 2023.

RIBEIRO, R. X. *et al.* Ecotoxicological assessment of effluents from Brazilian wastewater treatment plants using zebrafish embryotoxicity test: A multi-biomarker approach. **Science of the Total Environment**, v. 735, p. 139036, 2020.

SHABIR, M. *et al.* A review on recent advances in the treatment of dye-polluted wastewater. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 112, p. 1-19, 2022.

SHARMA, P.; PURCHASE, D.; CHANDRA, R. Residual pollutants in treated pulp paper mill wastewater and their phytotoxicity and cytotoxicity in *Allium cepa*. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 43, n. 5, p. 2143-2164, 2021.

TANG, W. *et al.* Twenty years of China's water pollution control: Experiences and challenges. **Chemosphere**, v. 295, p. 133875, 2022.

EVENTO HÍBRIDO | PRESENCIAL E ONLINE

SIMPÓS
SUL
IV Simpósio de
Pós-Graduação
do Sul do Brasil

01 A 03 DE SETEMBRO DE 2025

UFFS - CAMPUS REALEZA / PR
TRANSMISSÃO ONLINE YOUTUBE

UNIVERSIDADE
FEDERAL DA
FRONTEIRA SUL



Agradecimentos: A Universidade Federal da Fronteira Sul, ao Programa de Pós-graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis e a Carrefour pela bolsa de permanência.