

## RESUMO

As consequências da contaminação dos recursos hídricos são graves e devem ser avaliadas através de análises com parâmetros bioquímicos e biológicos, utilizando-se de bioindicadores. Sabe-se, que as principais fontes de contaminação dos recursos hídricos são esgotos urbanos sem tratamento que são lançados em rios e lagos, aterros sanitários que afetam os lençóis freáticos, defensivos agrícolas que escoam com a chuva sendo arrastados para os rios e lagos e indústrias que utilizam os rios como carreadores de seus resíduos tóxicos. Estes dejetos e substâncias liberadas no corpo d'água tem sido alvo de muitos estudos principalmente daqueles que visam avaliar as consequências de substâncias genotóxicas sobre o DNA de peixes. Ainda, relacionado à qualidade das águas, e com a utilização de bioindicadores, buscam-se, constantemente, respostas dos genes aos estímulos ambientais. Desta forma o presente estudo teve como objetivo principal, avaliar os efeitos genotóxicos em peixes da espécie *Rhamdia quelen* (popularmente conhecidos como Jundiás) submetidos às águas do Rio Caveiras, em um ponto específico. Para tanto, utilizou-se as técnicas: Teste do Micronúcleo e o Ensaio Cometa, como biomarcadores de efeito de contaminantes da água nos peixes estudados. Comparou-se a incidência de micronúcleos e o aparecimento de danos ao DNA em células sanguíneas de *R. quelen* expostas às águas do Rio Caveiras no ponto analisado, com células sanguíneas de peixes da mesma espécie, de um grupo controle, mantido em águas oriundas do laboratório de piscicultura do CAV/UEDESC. Os animais, tanto do controle quanto do teste, foram mantidos em temperaturas que variaram de 22 a 28 graus Celsius, com aeração mecânica, mesmo manejo e dieta alimentar. Analisou-se índice de danos, através do ensaio cometa, em quatro tempos

diferentes (0, 7, 21 e 28 dias). Não foram evidenciados diferenças significativas, quando comparados os grupos Teste e Controle, entre os tempos 0 e 7 dias. Na observação do tempo 21, em comparação com os outros tempos, pôde-se perceber um aumento significativo ( $p < 0,001$ ) do índice de quebras no DNA nos peixes do grupo teste quando comparados aos do grupo controle. No tempo 28 dias, quando os peixes do grupo teste retornaram as mesmas condições do grupo controle, observou-se uma diminuição significativa dos danos no DNA quando comparados aos índices obtidos no tempo de 21 dias. Os resultados do Teste do Micronúcleo em *R. quelen* expostos às águas do Rio Caveiras mostraram que não houve diferenças significativas para nenhum dos tempos amostrados. Conclui-se, portanto, que a água do Rio Caveiras é a principal causadora dos danos genotóxicos observados nos peixes no ponto analisado e que o Ensaio Cometa, em relação ao MN, foi mais sensível na detecção de danos no DNA.

**Palavras-chave:** Genotoxicidade; Mutagênese; Aquífero Guarani; Qualidade da água; Jundiá.

## SUMÁRIO

<b>1. CAPÍTULO I: REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	25
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	25
1.2 A QUESTÃO AMBIENTAL .....	26
1.3 AVALIAÇÕES DA GENOTOXICIDADE .....	28
1.4 ESCOLHA DO BIOINDICADOR .....	30
1.5 RIO CAVEIRAS .....	31
<b>2. CAPITULO II: OBJETIVOS</b> .....	33
2.1 OBJETIVO GERAL .....	33
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	33
<b>3. CAPÍTULO III: ARTIGO - AVALIAÇÃO DE GENOTOXICIDADE EM PEIXES DA ESPÉCIE <i>Rhamdia quelen</i>, SUBMETIDOS À ÁGUAS DO RIO CAVEIRAS</b> .....	35
3.1 RESUMO .....	35
3.2 ABSTRACT .....	37
3.3 INTRODUÇÃO .....	39
3.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	41
<b>3.4.1 Ponto de Coleta de Água</b> .....	41
<b>3.4.2 Peixes</b> .....	41
<b>3.4.3 Ensaio cometa</b> .....	43
<b>3.4.4 Teste do Micronúcleo</b> .....	45
<b>3.4.5 Análise estatística</b> .....	47
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
3.6 CONCLUSÃO .....	51
3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	55
REFERÊNCIAS .....	57
<b>APÊNDICE 1</b> .....	62
<b>APÊNDICE 2:</b> .....	65

### 3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-SABTI, K. Chlorotriazine Reactive Azo Red 120 Textile Dye Induces Micronuclei in Fish. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. n. 47, p. 149-155, 2000.

BRASIL – CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução n.357 de 17 de março de 2005**. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2005. 23p.

BÜCKER A.; CARVALHO W.; ALVES-GOMES J.A. Avaliação da mutagênese e genotoxicidade em *Eigenmannia virescens*(Teleostei: Gymnotiformes) expostos ao benzeno. **Rev. Acta Amazonica**. v. 36, n. 3, p. 357-364, 2006.

CESTARI, M.M. et al. Genetic damage induced by trophic doses of lead in the neotropical fish *Hoplias malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae) as revealed by the comet assay and chromosomal aberrations. **Rev. Genetics and Molecular Biology**, v. 27, p. 1-5, n. 2, 2004.

CIERESZKO, A.; WOLFE, T.; DABROWSKI, K. Analysis of DNA damage in sea lamprey (*Petromyzon marinus*) spermatozoa by UV, hydrogen peroxide, and the toxicant bisazir. **Aquat. Toxicol.**, v. 73, p. 128-138, 2005.

COLLINS, A.R. The kinetics of repair of oxidative DNA damage (strand breaks and oxidised pyrimidines) in human cells, **Mutat. Res.** V. 336, p. 69–77, 1995.

DORIGON, E. B.; STOLBERG, J.; PERDOMO, C.C. Qualidade da água em uma microbacia de uso agrícola e

urbana em Xanxerê – SC. **Rev. de Ciências Ambientais**, Canoas, v.2, n.2, p. 105 a 120, 2008.

FERRARO, M. V. M. **Avaliação de três espécies de peixes – *Rhamdia quelen*, *Ciprinus carpio* e *Astyanax bimaculatus*, como potenciais bioindicadores em sistemas hídricos através dos ensaios: Cometa e dos Micronúcleos.** Tese (Doutorado – Pós-graduação em genética, setor de Ciências biológicas. Área: Genética) – Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Genética, Curitiba, 2009.

FERRARO, M. V. M. et al. Mutagenic effects of tributyltin and inorganic lead (Pb II) on the fish malabaricus evaluated using the comet assay and the piscine micronucleus and chromosome aberration tests. **Rev. Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 2, p. 103-107, 2004.

GOOGLE MAPS, 2014. Disponível em:  
<<https://www.google.com.br/maps/@-27.8804345,-50.382633,163m/data=!3m1!1e3>> – acesso em 25-09-2014.

GRISOLIA, C. K. et al. Profile of micronucleus frequencies and DNA damage in different species of fish in a eutrophic tropical lake. **Genetics and Molecular Biology**, vol. 32, n.1, p. 138-143, 2009.

GRISOLIA, C.K.; CORDEIRO, C.M.T. Variability in micronucleus induction with different mutagens applied to several species of fish. **Genetics and Molecular Biology**. n. 23, p. 235-239, 2000.

HAYASHI M. et al. Development of genotoxicity assay systems that use aquatic organisms. **Mutation Research**. n. 399, p. 125-133, 1998.

HEDDLE, J. A. A rapid in vivo test for chromosomal damage. **Mutation Research**. v. 18, p. 187–190, 1973.

HORI, T.S.F. et al. Impairment of the stress response in matrinxã juveniles (*Brycon amazonicus*) exposed to low concentrations of phenol. **Comp. Biochem. Physiol. C**. v. 147, p. 416-423, 2008.

JHA, A. N. Ecotoxicological applications and significance of the comet assay.. **Mutagenesis**. v. 23, 3 p. 207-221, 2008.

OOST, R.; BEYER, J.; VERMEULEN, N. P. E. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 13, p. 57-149, 2003.

RAFAELI NETO, Sílvio Luís. **Análises morfométricas em bacias hidrográficas integradas a um sistema de informações geográficas**. Dissertação submetida ao Departamento de Geociências da Universidade Federal do Paraná como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Geociência, Curitiba, 1994.

RAMSDORF, W. A. et al. Genotoxic evaluation of different doses of inorganic lead (PbII) in *Hoplias malabaricus*. **Springer Science**. n. 158, p. 77-85, 2009.

VISVARDIS, E.E. Study of DNA damage induction and repair capacity of fresh and cryopreserved lymphocytes exposed to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and  $\gamma$ -irradiation with the alkaline comet assay, **Mutat. Res**. v. 383, p. 71–80, 1997.