



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS E BIOLÓGICOS EM DOIS RIOS PERTENCENTES A BACIA DO RIO PARANAÍBA

Carine de Mendonça Francisco (1); Eveline Cintra Aparecida Smanio(2); Camilla Oliveira Rezende(3); Rebeca Gomes do Rosário(4); Boscolli Barbosa Pereira(5) Luiz Alfredo Pavanin(6); Sandra Morelli(7)

¹Mestranda em Genética e Bioquímica pelo Instituto de Genética e Bioquímica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Avenida Pará, 1720. Uberlândia, MG; carinemendonca.bio@gmail.com. ²Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Instituto de Ciências Agrárias, UFU Avenida Amazonas, Bloco 2E. Uberlândia, MG; evelinecintra82@hotmail.com. ³Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Instituto de Ciências Agrárias, UFU, Avenida Amazonas, Bloco 2E. Uberlândia, MG. camillameioambiente@gmail.com. ⁴Graduanda em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biologia, UFU, Avenida Amazonas, Bloco 2E. Uberlândia, MG. rebeca.rgomes@hotmail.com. ⁵ Docente do curso Gestão em Saúde Ambiental, Instituto de Geografia, UFU, Avenida João Naves de Ávila, 2121. Uberlândia, MG. boscolli@iq.ufu.br. ⁶Docente no Instituto de Química, UFU. Avenida João Naves de Ávila, 2121. Uberlândia, MG. pavanin@ufu.br. ⁷Docente do Instituto de Genética e Bioquímica, UFU. Avenida Pará, 1720. Uberlândia MG. morelli@ufu.br.

Eixo temático: Conservação Ambiental e Produção Agrícola Sustentável.

RESUMO - É sabido que as ações antrópicas influenciam de forma significativa a qualidade das águas dos rios. O Rio Paranaíba é um rio brasileiro que nasce no estado de Minas Gerais. As amostras de água utilizadas neste estudo foram coletadas nos rios Tijuco e Araguari, que são dois dos principais tributários do Rio Paranaíba. Analisar a qualidade desses rios é essencial para avaliação da qualidade ambiental. As atividades desenvolvidas nestes locais resultam em uma demanda crescente por água, como a atividade agrícola, acompanhada da pecuária. Por esse motivo, essa pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade da água e, a partir de bioensaios em peixes, verificar se há algum tipo de poluição e se esta está afetando o metabolismo dos animais que ali habitam. Os resultados revelaram que o ponto analisado do rio Araguari é de boa qualidade e não há interferências antrópicas como no ponto do rio Tijuco, em que próximo ao local foi observada intensa atividade de agricultura familiar. Para análise de micronúcleos (MNs) sangue foi retirado da cauda e das brânquias e pode se observar que a taxa de MNs encontrada no sangue periférico da cauda não foi significativa como observado nas brânquias. Quanto aos parâmetros físico-químicos, As análises de água e sedimentos não classifica as amostras como ruins, apesar de encontrar elementos acima do valor estabelecido, como o Ferro. Apesar do impacto antrópico ser baixo nas regiões, anormalidades celulares foram encontradas.

Palavras-chave: Peixes. Agricultura. Micronúcleo. Qualidade ambiental.

ABSTRACT - It's known that human activities significantly influence the quality of river water. The Paranaiba River is a Brazilian river which rises in the state of Minas



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

Gerais. Water samples used in this study were collected in rivers Tijuco and Araguari, which are the two main tributaries of the Rio Paranaíba. To analyze the quality of these rivers is essential for assessment of environmental quality. The activities at these sites result in a growing demand for water, such as agriculture, accompanied by livestock. Therefore, this study aimed to assess the quality of water and from bioassays in fish, check for any kind of pollution and this is affecting the metabolism of the animals that live there. The results revealed that the analyzed point Araguari is of good quality and there is no anthropogenic interference as the point of the river Tijuco where near the site was observed intense activity of family farming. For analysis of micronucleus (MNs) blood was withdrawn from tail and the gills and can be observed that the MNs rate tail found in the peripheral blood was observed no significant as the gills. The physico-chemical parameters Water analysis and sediment samples does not classify as bad, though finding above the established value elements, such as iron. Despite the anthropic impact is low in the regions, cellular abnormalities were found.

Key words: Fish. Agriculture. Micronucleus. Environmental Quality.

Introdução

Os ecossistemas aquáticos vêm sofrendo alterações associadas à atividade humana decorrente do processo de desenvolvimento industrial, urbano e agrícola nas últimas décadas (BOHRER, 1995; ARIAS et al., 2007; FREIRE et al., 2008; POLETO et al., 2010; PIVARI et al., 2011; STERZ et al., 2011), sendo a liberação de pesticidas uma das principais fontes de contaminação da água (ARNAIZ, 1997; OHE et al., 2004). O Brasil é um dos líderes mundiais em consumo de agrotóxicos (FARIA et al., 2007), pois esses produtos tornaram-se imprescindíveis para a agricultura, constituindo uma categoria heterogênea de substâncias químicas cuja aplicação ainda é o meio mais eficiente e aceitável para o controle de pragas e doenças em plantas (BOLOGNESI, 2003).

O aumento significativo da poluição ambiental e a crescente preocupação com o bem-estar social têm levado pesquisadores a desenvolver testes biológicos eficientes (BUSS et al., 2008; LEME; MARIN-MORALES, 2009; RUBINGER, 2009), sendo estes indispensáveis para a avaliação das reações dos organismos vivos frente à contaminação ambiental complexa, bem como para indicar os efeitos sinérgicos potenciais dos poluentes no ambiente (FISKESJÖ, 1985; LEME; MARINMORALES, 2009; CARITÁ, 2010).

O conhecimento sobre a genotoxicidade dos agrotóxicos utilizados nas culturas brasileiras é de extrema importância, visto que muitas destas substâncias acarretam danos ao DNA, os quais podem desencadear processos de carcinogênese e anormalidades morfológicas, ou alterações nos gametas, influenciando na sobrevivência e na fertilidade das populações (BOLOGNESI, 2003). Dentre os diversos testes disponíveis, o teste do micronúcleo é um dos ensaios mais utilizados em avaliações genotóxicas, tendo se mostrado eficiente para a avaliação do potencial mutagênico de diversas substâncias em peixes (MATSUMOTO; CÓLUS 2000; GRISOLIA, 2002; ÇAVAS; KÖNEN, 2007). Os



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

micronúcleos (MN) podem se originar tanto por fragmentos cromossômicos quanto por cromossomos inteiros que não são incorporados ao núcleo principal durante a divisão (UDROIU, 2006). Em peixes, outras alterações nucleares em eritrócitos, como núcleos segmentados ou que apresentam invaginações (anormalidades denominadas “notched” e “blebbed”), também têm sido utilizadas como indicadores de exposição à substâncias genotóxicas (JIRAUNGKOORSKUL et al., 2007; NGAN et al., 2007). Entre os animais aquáticos, destacam-se os peixes, visto que eles podem metabolizar, concentrar e armazenar poluentes presentes nos corpos d’água (VAN DER OOST et al., 2003).

As atividades desenvolvidas na bacia do rio Paranaíba resultam em uma demanda crescente por água. A atividade agrícola da bacia (irrigação) representa demanda de 188,9 m³/s, ou seja, 89,5% da demanda total de consumo, acompanhada da pecuária. Os rios Araguari e Tijuco desaguam no rio Paranaíba, principal rio da bacia, região onde são desenvolvidas atividades de agricultura e pecuária. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar por meio de análises físico-química da água e análises biológicas em peixes a influência de efeitos antrópicos na qualidade da água.

Material e Métodos

Foram utilizados para análises de MNs, peixes da espécie *Cichlasoma paranaense*. O trabalho possui Licença de Pesca Científica de número 022.026/2015, categoria “D” autorizada pelo Instituto Estadual de Florestas e aprovação na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), registrada sob o protocolo 049/15. A medida que os peixes foram pescados, amostras de sangue da veia caudal e das brânquias foram coletadas de modo que foi possível preparar de quatro a seis lâminas. Em seguida, os peixes foram armazenados em um tanque até o término das coletas. Após o término da coleta, os indivíduos foram devolvidos à represa de origem. Para análises físico-químicas da água e dos sedimentos, foram realizadas coletas em duas épocas diferentes do ano, nas estações seca e chuvosa.

O Teste do Micronúcleo foi realizado de acordo com o protocolo de COUNTRYMAN e HEDDLE (1976) com adaptações de FENECH (1993). Após coletar os espécimes, uma extração de sangue por meio de punção da veia caudal, com auxílio de seringa heparinizada foi feita para realização de esfregaço em lâminas limpas. Em cada lâmina foi gotejado cerca de 40µl de sangue. As lâminas secaram à temperatura ambiente e, após 24 horas, foram fixadas em metanol 100% por 20 minutos. Posteriormente, as lâminas foram coradas com solução de Giemsa 5% (diluída em tampão fosfato) por 15 minutos. Por fim, as lâminas foram lavadas em água destilada e secas à temperatura ambiente. A análise citológica foi realizada em microscópio óptico, sob magnificação de 100x. Cerca de 4000 eritrócitos mononucleados foram examinados por peixe, sendo 2000 de sangue branquial e 2000 provenientes da punção caudal.

Resultados e Discussão



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

As tabelas 01 e 02 indicam os resultados dos parâmetros analisados para água e sedimentos dos locais de estudo. Não foram observadas alterações quanto às concentrações ambientais normais de Arsênio, Antimônio, Bário, Boro, Cádmiu, Chumbo, Cianetos, Cobalto, Cobre, Crômio, Mercúrio, Níquel e Prata.

Tabela 1. Parâmetros físicos da água. (*Classe 2; NO - Nada Observado).

PARÂMETROS FÍSICOS	CONAMA 357*	PONTOS DE COLETA			
		Rio Tijuco		Rio Araguari	
		Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
Cor verdadeira (Pt/L)	75	12	201	17	49
Turbidez (UNT)	100	0,59	12,2	1,19	11,5
DQO (mg/L)	3	NO	NO	NO	NO
DBO (mg/L)	5	1	6,8*	1	7,2*
Fósforo Total (lóticos) (mg/L)	0,1	0,3	NO	0,2	NO
Óleos e graxas (mg/L)	ausente	55*	40*	266*	21*
pH	6,0 - 9,0	6,79	7,1	5,74	7,2
Sól. Dissol. Totais (mg/L)	500	115	71	36	43
Cloretos (mg/L)	2,50	1,96	2,94	2,94	3,92
Cloro residual (mg/L)	0,01	0,05*	NO	0,06*	NO
Ferro (mg/L)	0,3	0,42	3,5*	0,25	0,83
Nitrato (mg/L)	10	0,24	NO	0,07 5	NO
Nitritos (mg/L)	1	4*	NO	NO	NO
Sulfatos (mg/L)	250	NO	NO	5	NO
Fluoretos (mg/L)	1,4	NO	NO	NO	0,2

Tabela 2. Parâmetros físicos dos sedimentos.

PARÂMETROS FÍSICOS SEDIMENTOS	Rio Tijuco		Rio Araguari	
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
Umidade %	56,57	27,3	50,31	32,5
Sólidos Voláteis %	4,29	8,4	9,16	10,5
Sólidos Fixos %	95,71	91,6	90,34	89,5
SiO ₂ %	28,31	35,63	34,33	23,7
Sódio (mg/Kg ppm)	73,17	1896	129,78	2757
Manganês (mg/Kg ppm)	75,89	148,6	237,69	989,3
Cobre	50,43	113	155,75	261
Ferro	745,61	2086	1757,57	3131
Zinco	NO	NO	17,63	131
Prata	45,64	NO	264,97	NO



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

Níquel

NO

NO

NO

11,34

O ferro (Fe) é um elemento essencial necessário para o crescimento e sobrevivência de quase todos os organismos (VALKO et al., 2005), e um elemento químico essencial no cerrado, estando envolvido em diversos processos metabólicos como o transporte de oxigênio, transporte de elétrons, síntese de DNA e atua como cofator de muitas proteínas (SALVADOR et al., 2011). Segundo as análises, no rio Tijuco, foi encontrado o elemento ferro acima dos valores recomendados no período chuvoso. Em altas concentrações, o Fe pode aumentar a formação de radicais livres e se tornar extremamente tóxico para as células (MATSUMOTO; MARIN-MORALES, 2005), causando oxidação na molécula de DNA, peroxidação lipídica e desnaturação de proteínas (VALKO et al., 2005).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) também foi elevada no período chuvoso no Rio Tijuco, o que corresponde à alta quantidade de matéria orgânica no meio, que é explicada pela alta quantidade de hortaliças no local, cultivadas com uso de material orgânico. A matéria orgânica natural, sólidos voláteis, presente nos corpos aquáticos está envolvida em grande parte dos processos ambientais, sendo a maior parte dela constituída por substâncias húmicas aquáticas (SHA) (MARTINS, 2013). As SHA, são constituídas de uma mistura de produtos em vários estágios de decomposição, resultantes da degradação química e biológica de resíduos vegetais e animais e da atividade de síntese de microrganismos (ROCHA; ROSA, 2003). Estudos têm demonstrado que as SHA possuem capacidade de diminuir a biodisponibilidade e toxicidade dos metais nos organismos (DE PAOLIS; KUKKONEN, 1997; HIROSE, 2007). Estudos realizados por Santos et al. (2008), mostraram que, em ambientes onde há presença de maior quantidade de matéria orgânica dissolvida, ocorre redução da biodisponibilidade do cobre, bem como da toxicidade do metal para zooplânctons. As SH possuem uma característica redox dependente das condições do meio (ROMÃO et al., 2002).

A tabela 03 indica a quantidade de MNs encontrados nos eritrócitos branquiais e periféricos dos peixes. Os MNs foram classificados de acordo com sua morfologia, Células micronucleadas (A); Núcleo notched (chanfrado) (B); Núcleo lobado(C); Núcleo blebbed (bolhas) (D); Célula binucleada (E); Cariólise (F).

Tabela 3. Quantidade de Micronúcleos encontrados nas brânquias e cauda de acordo com suas respectivas classificações classificadas e A a F, como citado acima.

Local de coleta	Células contadas		Quantidade de micronúcleos encontrados			
	Cauda	Brânquia	Cauda	Tipos	Brânquia	Tipos
Rio Tijuco	25680	30.920	12	3A, 5D	22	1A, 2C, 19D
Rio Araguari	22.222	13.885	7	2A, 6D, 2E	0	–



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

A análise estatística foi realizada pelo teste t de Student para comparação de médias e cálculo do desvio padrão. O nível de significância foi de 5%. Para as análises de MNs utilizando células sanguíneas periféricas da cauda não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) (Figura 1), mesmo com a frequência de células micronucleadas sendo nominalmente maior. Nas análises com células das brânquias houve diferença significativa entre os peixes dos diferentes rios ($p < 0,05$) (Figura 2). Esses resultados indicam que as células branquiais mostraram aumento significativo na frequência de MNs quando comparados com células periféricas da cauda. Ali; Legler (2011) investigaram várias espécies de peixes e observaram maior sensibilidade das células branqueais a danos no DNA do que em células do rim, pois as brânquias dos peixes são particularmente sensíveis à presença de tensoativos. Cristaldi (2004) mostrou que houve diferença nas frequências de MNs em diferentes tecidos em bacalhau e linguado, que pode ser devido à eliminação de eritrócitos danificados no sistema de circulação periférico.

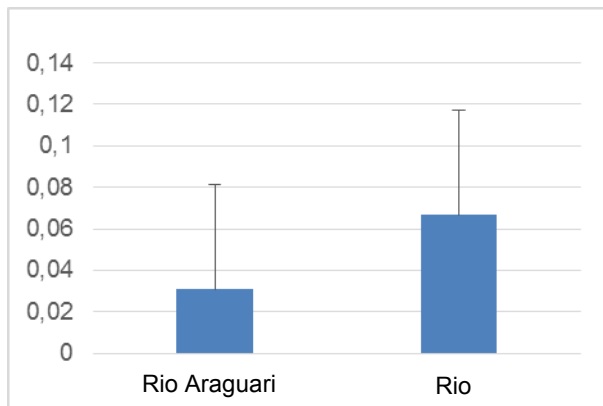


Figura 1 - (Frequência de MNs em células da cauda de *Cichlasoma*)

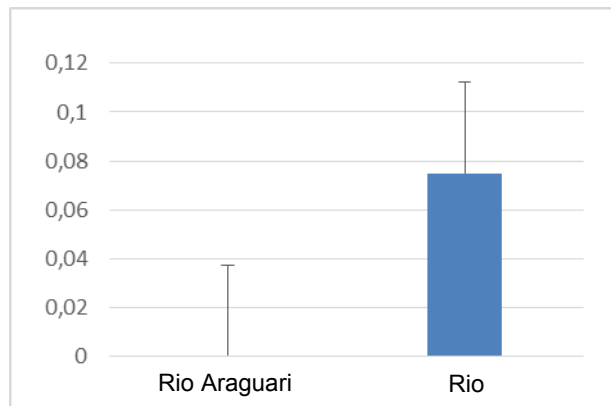


Figura 2 - (Frequência de MNs em células das brânquias de *Cichlasoma paranaense*).

Embora o uso de defensivos agrícolas tenha aspectos positivos, estas substâncias podem chegar a reservatórios de água, rios e riachos, produzindo impactos adversos na biota aquática, onde, mesmo em concentrações não letais, podem provocar alterações em múltiplos níveis de organização, incluindo moléculas, tecidos, órgãos, indivíduos, populações e comunidades (GRISOLIA, 2005).

Conclusões

Embora a frequência de células micronucleadas da cauda seja nominalmente maior no ponto do rio Tijuco em relação ao Rio Araguari, não houve diferenças significativas entre os rios (Teste-t; $p > 0,05$). Quando as análises foram realizadas comparativamente entre os tecidos, foi observado que células branqueais são mais sensíveis às impurezas nas águas, por estarem em contato direto, provocando uma série de problemas que em muitos casos pode causar a morte dos peixes devido à sensibilidade do epitélio branquial à substâncias tóxicas.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2011 www.meioambiente.pocos.com.br

Referências

ALI, T.E. AND J. LEGLER: Developmental toxicity of nonylphenol in zebrafish () embryos. p. 509- 511, 2011.

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBURQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 61-72, 2007.

ARNAIZ, R. R. Las toxinas ambientales y sus efectos genéticos. *La ciência para Todos*. 2. ed. Fondo de Cultura Económica, 1997.

BOHRER, M. B. C. Biomonitoramento das lagoas de tratamento terciário dos efluentes líquidos industriais (SITEL) do pólo petroquímico do sul, Triunfo, RS, através da comunidade zooplancônica. 1995. 470 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1995.

BOLOGNESI, C. Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Mutation Research Amsterdam*, v. 543, p. 251-272, jun. 2003.

BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B.; BAPTISTA, D. F. Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 339-345, 2008. CARITÁ, 2010.

ÇAVAS, T.; KÖNEN, S. Detection of cytogenetic and DNA damage in peripheral erythrocytes of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to a glyphosate formulation using the micronucleus test and the comet assay. *Mutagenesis*, Oxford, v. 22, n. 4, p. 263-268, jul. 2007.

CRISTALDI, M., L.A. IERADI, I. UDROIU; R. ZILLI: Comparative evaluation of background micronucleus frequencies in domestic mammals. *Mut. Res.*, 559, p. 1-9, 2004.

CONTRYMAN, P. I., HEDDLE, J. A. The production of micronuclei from chromosome aberrations in irradiated cultures of human lymphocytes. *Mutation Research*, v. 41, p. 321-332. 1976.

FARIA, N. M. X.; FASSA, A. G.; FACCHINI, L. A. Pesticides poisoning in Brazil: the official notification system and challenges to conducting epidemiological studies. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 12, p. 25-38, jan./mar. 2007.

FENECH, M. 1993. The cytokinesis-block micronucleus technique: a detailed description of the method and its application to genotoxicity studies in human populations. *Mutat. Res.* v. 285, p. 35-44.

FISKESJÖ, G. The Allium test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas*, Lund, v. 102, n. 1, p. 99-112, 1985.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.meioambiente.pocos.com.br

FREIRE M. M.; SANTOS V. G.; GINUINO I. S. F.; ARIAS A. R. L. Biomarcadores na avaliação da saúde ambiental dos ecossistemas aquáticos. *Oecol. Bras.*, 12 (3): 347-354, 2008.

GRISOLIA, C. K. A comparison between mouse and fish micronucleus test using cyclophosphamide, mitomycin C and various pesticides. *Mutation Research*, Amsterdam, v. 518, p. 145-150, jul. 2002.

GRISOLIA, C. K. *Agrotóxicos: mutações, câncer e reprodução*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2005. 392 p.

JIRAUNGKOORSKUL, W.; KOSAI, P.; SAHAPHONG, S.; KIRTPUTRA P.; CHAWLAB, J.; CHARUCHAROEN, S. Evaluation of micronucleus test's sensitivity in freshwater fish species. *Research Journal of Environmental Sciences*, New York, v. 1, n. 2, p. 56-63, 2007.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A. Allium cepa test in environmental monitoring: a review on its application. *Mutation Research*, Amsterdam, v. 682, p. 71-81, 2009.

MATSUMOTO, S. T.; MARIN-MORALES, M. A. Mutagenic potential of the water of a river that receives tannery effluent using the Allium cepa test system. *Cytologia*, Tokyo, v. 69, p. 399-408, 2004.

MICIC, M. N., BIHARE, Z. JAKSIC, E. G. MULLER, D. R. BATEL: DNA damage and apoptosis in the mussel *Mytillus galloprovidencialis*. *Mar. Environ. Res.*, v. 53, p. 243-262. 2002.

NGAN, P. V.; GOMES, V.; PASSOS, M. J. A. C. R.; USSAMI, K. A.; CAMPOS, D. Y. F.; ROCHA, A. J. S.; PEREIRA, B.A. Biomonitoring of the genotoxic potential (micronucleus and erythrocyte nuclear abnormalities assay) of the Admiralty Bay water surrounding the Brazilian Antarctic Research Station "Comandante Ferraz", King George Island. *Polar Biology*, New York, v. 30, p. 209-217, jan. 2007.

OHE, T.; WATAMABE, T.; WAKABAYASHI, K. Mutagens in surface waters: a review. *Mutat. Res.*, v. 567, p. 109-149, 2004.

PIVARI, M. O.; OLIVEIRA, V. B.; COSTA, F. M.; FERREIRA, R. M.; SALINO, A. Macrófitas aquáticas do sistema lacustre do Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 62, n. 4, p. 759-770, 2011.

POLETO, C.; CARVALHO, S. L.; MATSUMOTO, T. Avaliação da qualidade de água de uma microbacia hidrográfica no município de ilha solteira (SP). *Holos Environment*, Rio Claro, v. 10, n. 1, p. 95-110, 2010.

ROMÃO, L. P. C.; ARAÚJO, A. B.; ROCHA, J. C.; ROSA, A. H. Redução de crômio hexavalente por substâncias húmicas aquáticas imobilizadas em aminopropil sílica, *Eclética Química*, v. 27, p.383-391, 2002.

RUBINGER, C. F. Seleção de métodos biológicos para a avaliação toxicológica de efluentes industriais. 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.meioambiente.pocos.com.br

SALVADOR, G. A.; ROMINAN, M. U.; GIUSTO, N. M. Iron and Mechanisms of Neurotoxicity. *International Journal of Alzheimer's Disease*, 2011.

STERZ, C.; ROZA-GOMES, M. F.; ROSSI, E. M. Análise microbiológica e avaliação de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do Riacho Capivara, município de Mondaí, SC. *Unoesc & Ciência, Joaçaba*, v. 2, n. 1, p. 7-16, 2011.

UDROIU, I. The micronucleus test in piscine erythrocytes. *Aquatic Toxicology, Amsterdam*, v. 79, p. 201-204, aug. 2006.

VALKO M.; MORRIS H.; CRONIN, M. T. D. Metals, Toxicity and Oxidative Stress, *Current Medicinal Chemistry*, v. 12, p. 1161-1208, 2005.

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