

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)



Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)



Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
 (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

M514 Meio ambiente: inovação com sustentabilidade 3 [recurso eletrônico]
 / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri
 Kawanishi, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa, PR: Atena
 Editora, 2020. – (Meio Ambiente. Inovação com
 Sustentabilidade; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-944-8

DOI 10.22533/at.ed.448202101

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio
 ambiente – Preservação. I. Pacheco, Juliana Rodrigues. II.

Kawanishi, Juliana Yuri. III. Pacheco, Mauricio Zadra. IV. Série.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

“Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3” é um trabalho que aborda, em 16 capítulos, valiosas discussões que se apropriam de todos os espectros científicos para retratar desde as aplicações práticas de inovação até os conceitos científico-tecnológicos que envolvem Meio-Ambiente e Sustentabilidade com uma linguagem ímpar.

A integração de conceitos e temas, perpassados nesta obra pela visão crítica e audaciosa dos autores, contribuem para um pensar elaborado e consistente destes temas, tão atuais e importantes para a sociedade contemporânea.

A fluidez dos textos envolve e contribui, tanto a pesquisadores e acadêmicos, como a leitores ávidos por conhecimento. A consistência do embasamento científico aliada ao trânsito simples e fácil entre os textos projetam um ambiente propício ao crescimento teórico e estrutural dentro do tema proposto.

Moradia, tecnologia, cidades inteligentes, agricultura e agroindústria são alguns dos temas abordados nesta obra que vem a ampliar as discussões teóricas, metodológicas e práticas neste e-book, de maneira concisa e abrangente, o que já é uma marca do comprometimento da Atena Editora, abrindo espaço a professores, pesquisadores e acadêmicos para a divulgação e exposição dos resultados de seus tão importantes trabalhos.

Juliana Thaisa R. Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
APROPRIAÇÃO SOCIAL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA E CONTEXTO DE LEGITIMAÇÃO	
Joel Paese	
DOI 10.22533/at.ed.4482021011	
CAPÍTULO 2	12
ESTUDO PRELIMINAR PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM AEROGERADOR EÓLICO PARA O MUNICÍPIO DE PRESIDENTE KENNEDY NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL.	
Taís Eliane Marques	
York Castillo Santiago	
Osvaldo José Venturini	
Maria Luiza Grillo Renó	
Diego Mauricio Yepes Maya	
Nelson José Diaz Gautier	
DOI 10.22533/at.ed.4482021012	
CAPÍTULO 3	26
TELHADOS INTELIGENTES, CIDADES SUSTENTÁVEIS: POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCENTIVO À GERAÇÃO DE ENERGIA POR FONTE SOLAR FOTOVOLTAICA	
Igor Talarico da Silva Micheletti	
Danilo Hungaro Micheletti	
Natiele Cristina Friedrich	
Débora Hungaro Micheletti	
Sônia Maria Talarico de Souza	
Flavia Piccinin Paz Gubert	
Glauci Aline Hoffmann	
DOI 10.22533/at.ed.4482021013	
CAPÍTULO 4	37
UM ESTUDO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS COM ÓLEO DA MORINGA	
Iarly Vanderlei da Silveira	
Lêda Christiane de F. Lopes Lucena	
DOI 10.22533/at.ed.4482021014	
CAPÍTULO 5	50
O ENSINO DA SUSTENTABILIDADE NA FORMAÇÃO DO ADMINISTRADOR	
Jairo de Carvalho Guimarães	
Geovana de Sousa Lima	
Shauanda Stefhanny Leal Gadêlha Fontes	
DOI 10.22533/at.ed.4482021015	
CAPÍTULO 6	71
JARDINAGEM E ARTE NA ESCOLA DE FORMA SUSTENTÁVEL	
Dayane Rebhein de Oliveira	
Ilaine Rehbein	
Stela Antunes da Roza	
DOI 10.22533/at.ed.4482021016	

CAPÍTULO 7 81

PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA, SAÚDE, EDUCAÇÃO E CULTIVO DE HORTALIÇAS NA
ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA USF VITÓRIA RÉGIA - HORTA VITAL

Altacis Junior de Oliveira
Andressa Alves Cabreira dos Santos
Herena Naoco Chisaki Isobe
João Ricardo de Souza Dalmolin
Marcia Cruz de Souza Rocha
Monica Tiho Chisaki Isobe
Natalia Gentil Lima
Vinicius da Silva Assunção

DOI 10.22533/at.ed.4482021017

CAPÍTULO 8 87

OS IMPASSES DO USO DE HERBICIDAS SINTÉTICOS E AS POTENCIALIDADES DOS
BIOHERBICIDAS

Carlos Eduardo de Oliveira Roberto
Thammyres de Assis Alves
Josimar Aleixo da Silva
Rodrigo Monte Lorenzoni
Francisco Davi da Silva
Patrícia Fontes Pinheiro
Milene Miranda Praça Fontes
Tais Cristina Bastos Soares

DOI 10.22533/at.ed.4482021018

CAPÍTULO 9 98

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS GENOTÓXICOS COM UTILIZAÇÃO DOS TESTES DE MICRONÚCLEO E
ANORMALIDADE NUCLEAR EM SERRASALMUS BRANDTII (LÜTKEN, 1865) NO RESERVATÓRIO
DE ITAPARICA, SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Fátima Lúcia de Brito dos Santos
Márcia Cordeiro Torres
Angerlane da Costa Pinto

DOI 10.22533/at.ed.4482021019

CAPÍTULO 10 114

ANÁLISE DO DESEMPENHO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS EM LAGOAS
DE ESTABILIZAÇÃO – ESTUDO DE CASO DE UMA AGROINDÚSTRIA

José Roberto Rasi
Roberto Bernardo
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

DOI 10.22533/at.ed.44820210110

CAPÍTULO 11 124

ANÁLISE DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DA REGIÃO DE
LEIRIA, PORTUGAL

Gabriel Heiden de Moraes
José Luis Vera
Valentina Fernandes Domingues
Cristina Delerue-Matos
Daniel Felipe J. Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.44820210111

CAPÍTULO 12	135
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AMBIENTAIS PARA REMOÇÃO DE ÓLEO DE AMBIENTES AQUÁTICOS	
Elba Gomes Dos Santos Leal	
Caio Ramos Valverde	
Ricardo Guilherme Kuentzer	
DOI 10.22533/at.ed.44820210112	
CAPÍTULO 13	147
SÍNTESE HIDROTÉRMICA DE MAGHEMITA DE REJEITO DE LAVAGEM DE BAUXITA DA REGIÃO AMAZÔNICA	
Renata de Sousa Nascimento	
Bruno Apolo Miranda Figueira	
Oscar Jesus Choque Fernandez	
Marcondes Lima da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.44820210113	
CAPÍTULO 14	156
OS REJEITOS DE MN DA AMAZÔNIA COMO MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE NANOMATERIAL COM ESTRUTURA EM CAMADA	
Leidiane A. da Silva	
Cícero W. B. Brito	
Gricirene S. Correia	
Kauany F. Bastos	
Henrique Ismael Gomes	
Maria Heloiza dos S. Lemos	
Bruno A. M. Figueira	
DOI 10.22533/at.ed.44820210114	
CAPÍTULO 15	163
BIOCARVÃO NA AGRICULTURA	
Emmanoella Costa Guaraná Araujo	
Gabriel Mendes Santana	
Tarcila Rosa da Silva Lins	
Iací Dandara Santos Brasil	
Vinícius Costa Martins	
André Luís Berti	
Marks Melo Moura	
Guilherme Bronner Ternes	
Ernandes Macedo da Cunha Neto	
Letícia Siqueira Walter	
Ana Paula Dalla Corte	
Carlos Roberto Sanquetta	
DOI 10.22533/at.ed.44820210115	
CAPÍTULO 16	172
MOVIMENTOS DE MORADIA, AUTOGESTÃO E POLÍTICA HABITACIONAL NO BRASIL: ESTUDOS DE CASOS	
Camila Danubia Gonçalves de Carvalho	
Luiz Antonio Nigro Falcowski	
DOI 10.22533/at.ed.44820210116	
SOBRE OS ORGANIZADORES	188
ÍNDICE REMISSIVO	189

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS GENOTÓXICOS COM UTILIZAÇÃO DOS TESTES DE MICRONÚCLEO E ANORMALIDADE NUCLEAR EM *SERRASALMUS BRANDTII* (LÜTKEN, 1865) NO RESERVATÓRIO DE ITAPARICA, SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Data de submissão: 22/11/2019

Data de aceite: 20/12/2019

Fátima Lúcia de Brito dos Santos

Universidade do Estado da Bahia

Paulo Afonso – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/1035949574595488>

Márcia Cordeiro Torres

Universidade do Estado da Bahia

Paulo Afonso – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/5349485438773176>

Angerlane da Costa Pinto

Universidade do Estado da Bahia

Paulo Afonso – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/3827827224644809>

RESUMO: O trabalho objetivou avaliar efeitos genotóxicos utilizando teste de micronúcleo e anormalidades nucleares como biomarcadores, através da espécie de peixe *Serrasalmus brandtii* no Reservatório Itaparica (submédio rio São Francisco). As coletas foram realizadas em área circundada de cultivos no período de janeiro, abril, junho, setembro e novembro/18 e janeiro/19 na Agrovila 1 (sítio 1) e Brejinho de Fora (sítio 2 – ponto controle). Amostras de sangue foram obtidas por venopunção caudal para confecção de lâminas fixadas com metanol, coradas por

Giemsa 5%. Análise citológica foi realizada a partir da leitura de 1.000 eritrócitos por lâmina em microscópio óptico em triplicata. Análise estatística utilizou ANOVA associada ao teste de Tukey ($p < 0,05$) programa SISVAR. Análises das variáveis físico-químicas e microbiológica foram realizadas pela Empresa Água e Terra. O número médio de células analisadas com MN comparado entre os sítios amostrais apresentou diferença significativa para Agrovila 01, ficando o controle com menores médias. Na Agrovila 01, a diferença significativa foi observada no mês de janeiro/18 ($346 \pm 0,19f$), contudo abril, junho, setembro e novembro/18 não diferiram significativamente. Para ponto controle não foi observado diferença significativa no período estudado. Comparativamente, na Agrovila 01 foi observado um aumento, ficando Brejinho de Fora com as menores frequências de MN. A frequência de AN apresentou alterações relevantes para sítio 1 nos meses de janeiro, junho e setembro/18 quando comparado ao sítio 2. O sítio 1 exibiu maiores médias significativas para setembro e novembro em relação ao sítio 2. Todas as anormalidades nucleares apresentaram diferença estatística em todos os meses e entre os sítios. Foi identificado um potencial genotóxico para a área amostrada. Os parâmetros físico-químicos e microbiológico resultantes da análise da água junto ao teste de MN e AN se encontraram dentro dos padrões

estabelecidos pela legislação, não comprovando contaminação.

PALAVRAS-CHAVE: Agroquímicos. Biomarcadores. Genotoxicidade. Peixes.

EVALUATION OF GENOTOXIC EFFECTS WITH THE USE OF MICRONUCLEUS TESTS AND NUCLEAR ANORMALITY IN *SERRASALMUS BRANDTII* (LÜTKEN, 1865) IN THE ITAPARICA RESERVOIR, SÃO FRANCISCO SUBMEDIUM

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate genotoxic effects using micronucleus test and nuclear abnormalities as biomarkers, through the fish species *Serrasalmus brandtii* in the Itaparica Reservoir (sub-middle São Francisco river). The collections were carried out in an area surrounded by crops from January, April, June, September and November / 18 and January / 19 at Agrovila 1 (site 1) and Brejinho de Fora (site 2 - control point). Blood samples were obtained by caudal venipuncture to make methanol-fixed slides, stained with 5% Giemsa. Cytological analysis was performed by reading 1,000 erythrocytes per slide under a triplicate light microscope. Statistical analysis used ANOVA associated with Tukey test ($p < 0.05$) SISVAR program. Analyzes of the physicochemical and microbiological variables were performed by the Water and Earth Company. The average number of cells analyzed with NM compared between the sample sites showed a significant difference for Agrovila 01, with the control having lower means. In Agrovila 01, the significant difference was observed in January / 18 ($346 \pm 0.19f$), however April, June, September and November / 18 did not differ significantly. For control point no significant difference was observed in the studied period. Comparatively, in Agrovila 01 an increase was observed, leaving Brejinho de Fora with the lowest frequencies of NM. The frequency of AN showed significant changes for site 1 in January, June and September / 18 when compared to site 2. Site 1 showed higher significant averages for September and November than site 2. All nuclear abnormalities showed statistical difference. every month and between sites. A genotoxic potential was identified for the sampled area. The physicochemical and microbiological parameters resulting from the water analysis together with the MN and AN test were within the standards established by the legislation, not proving contamination.

KEYWORDS: Agrochemicals. Biomarkers. Genotoxicity. Fish.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função dos múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas (GOULART; CALLISTO, 2003). A degradação dos recursos naturais e a contaminação da água por agroquímicos, efluentes domésticos sem tratamento, crescimento das atividades agropecuárias, entre outros, tem afetado a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, originando graves consequências para o ambiente e a saúde pública das populações (MARCHESAN et al., 2007, SONDERGAARD, 2007).

O reservatório hidrelétrico de Itaparica, localizado no submédio São Francisco,

apresentas em seu entorno perímetros irrigados utilizando prática agrícola com uso intensivo de agroquímicos (inseticidas, herbicidas, fungicidas e adubos orgânicos) além do lançamento de efluentes não tratados em suas águas (MELO, 2007). Essas substâncias podem carrear para os corpos de água superficiais e subterrâneos, provocando diversos malefícios ao ambiente e conseqüentemente aos seres humanos.

O biomonitoramento de ecossistemas aquáticos caracteriza-se como uma ferramenta com custo relativamente baixo e eficaz para a avaliação da qualidade das águas (MOURA; SILVA et al., 2016).

Micronúcleos são pequenas estruturas cromossômicas com formas arredondadas e escuras que possuem a mesma refração do núcleo principal, formadas quando determinada quantidade de material genético fica atrasada durante a divisão celular (BOMBAIL et al., 2001).

As anormalidades nucleares têm sido interpretadas como lesões nucleares análogas aos micronúcleos. E, estão associadas com a instabilidade cromossômica, onde permanecem com ligação ao núcleo (DELCORSO, 2015). Essas alterações morfológicas são induzidas por compostos genotóxicos, mesmo quando os micronúcleos não foram induzidos (AYLLON; GARCIA-VAZQUEZ, 2000). Além disso, elas geralmente ocorrem em frequências maiores que os micronúcleos.

Dentre os testes utilizados no monitoramento ambiental, a análise de micronúcleo é considerada eficaz e sensível na avaliação de danos genéticos associados a contaminantes aquáticos (GHISI et al., 2014). O teste de micronúcleo foi desenvolvido por Schmid (1975) e busca analisar substâncias químicas que tenham capacidade de realizar a quebra do DNA ou a formação incorreta da lâmina nuclear. Atualmente, é realizado pela observação de células sanguíneas de peixes, sendo considerado um teste eficaz e bastante simples (GHISI; OLIVEIRA; PRIOLI, 2016).

O teste de anormalidades nucleares em eritrócitos de peixes é uma ferramenta bastante empregada para estudo de genotoxicidade para avaliar danos causados ao material genético dos organismos que proporciona grande sensibilidade, rapidez de análise e simplicidade (BOLOGNESI; HAYASHI, 2011). Portanto, avalia-se com maior grau de precisão a toxicidade dos peixes frente a diferentes contaminantes (GHISI et al., 2011).

Um dos benefícios de se empregar biomarcadores em peixes é devido a importância desses animais na cadeia trófica (BOLOGNESI; HAYASHI, 2011), pois a avaliação dos mesmos pode retratar a qualidade do ambiente aquático a longo prazo (RAMSDORF et al., 2012). Além disso, os peixes são animais muito utilizados em experimentos genéticos e, se expostos a contaminantes, podem apresentar mutações irreversíveis (RUSSO et al., 2004).

Diante dessas informações, torna-se importante avaliar os efeitos genotóxicos do Reservatório Itaparica no rio São Francisco com a utilização do teste de biomarcadores em *Serrasalmus brandtii*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Escolha da espécie

A espécie *Serrasalmus brandtii* foi escolhida em função de sua ocorrência durante todo o ano e de seu hábito alimentar. A pirambeba é conhecida como um animal predador (BRITSKI; SATO; ROSA, 1988). Os peixes predadores acumulam valores de concentrações mais elevados que os encontrados nos indivíduos que estes se alimentam (MIRANDA, 2006), visto que, reterá todo o percentual de contaminantes acumulados ao longo da cadeia pelos peixes (TAO et al., 2012). Santos (2014), também utilizou *S. brandtii* mostrando que é eficiente para detectar genotoxicidade no ambiente aquático, visto que esteve presente no rio em todas as coletas, como também por apresentar relação direta com a formação de MN, denominando como uma espécie sentinela para a região do rio São Francisco.

Diversos autores utilizaram espécies predadoras como bioindicadores: Miranda (2006) com a espécie *Hoplias malabaricus* (traíra); Rivero (2009) com as espécies *Cichla temensis* (tucunaré) e *Hoplias malabaricus* (traíra); Santos (2014) com a espécie *Serrasalmus brandtii* (pirambeba) e Silva (2016) com a espécie *Cichla ocellaris* (tucunaré), entendendo estarem localizadas no topo da cadeia alimentar, o que as tornam interessantes como espécies bioacumuladoras e biomagnificadoras de poluentes organopersistentes.

Locais de coleta

Foram demarcados dois sítios amostrais localizados à margem do Reservatório Itaparica, submédio São Francisco. Essa mesma região foi objeto de estudo de outros trabalhos, proporcionando assim o monitoramento da referida área.

O sítio 01 está situado na Agrovila 01, tendo como coordenadas geográficas 09°1'11.50"S e 038°15'27.60"W, conforme as imagens de satélite do Google Earth (2018). Foi escolhido por ser um local próximo aos projetos de irrigação com vários cultivos, dentre eles: coco, mamão, melancia, cebola, alface e abóbora, sendo em área cultivada próxima a margem do rio com topografia apresentando inclinação que propicie recebimento de possíveis agroquímicos.

O sítio 02 está situado em Brejinho de Fora e distancia-se cerca de 3Km do sítio 01, tendo como coordenadas geográficas 09°2'37.60" de latitude sul e 038°16'11.40" de longitude oeste, sendo denominado de ponto controle (PC) (Figura 01).



Figura 01: Localização dos sítios amostrais no Reservatório Itaparica, Submédio São Francisco.

Fonte: Google Earth (2018).

Em cada sítio amostral foram distribuídos quatro pontos de coleta determinados de maneira a abranger locais distintos. Para Agrovila 01, o ponto de coleta 01 localiza-se próximo à margem do rio, os pontos de coleta 02 e 03 com uma localização intermediária e o ponto de coleta 04 situam-se mais distante da margem.

Para o sítio 02 (Brejinho de Fora) foram demarcados os pontos de coleta 01 e 04 mais distantes da margem. Enquanto que os pontos de coleta 02 e 03 situam-se mais próximos à margem.

Procedimento amostral

As coletas foram realizadas no período de janeiro/18 a janeiro/19 no Reservatório Itaparica. Nos meses de janeiro, outubro e novembro/18 e janeiro/19 as coletas aconteceram com autorização do Ministério do Meio Ambiente (MMA)/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) sob número 61840-1, em função do período do defeso (piracema).

Para captura dos peixes, foram colocadas redes de espera, apresentando tamanhos diferentes de malhas, dispostas nos pontos demarcados de acordo com as coordenadas geográficas.

Biomarcadores: Teste de Micronúcleo e Anormalidade Nuclear

Os testes de micronúcleo e anormalidades nucleares foram realizados de acordo com a técnica descrita por Heddle (1973) e Schmid (1975). De cada espécime capturado foi feita coleta de 0,5mL de sangue periférico por venopunção caudal para

confeção de esfregaços, armazenado em tubo Vacutainer contendo EDTA.

A ocorrência de anormalidades nucleares foi analisada de acordo com Carrasco et al (1990) e Ventura et al (2008) nas mesmas lâminas para micronúcleo, que apresenta células com núcleos notched, lobed, blebbed e binucleated.

Para realização das análises de micronúcleos e anormalidades nucleares, o protocolo de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética de Uso de Animais (CEUA) da Universidade do Estado da Bahia, aprovado e registrado sob nº da licença para o uso de animais em experimentação e ensino: 05/2017 e nº do processo: 0603170027899.

Os dados pluviométricos utilizados foram fornecidos pelo Departamento de Recursos Hídricos (DOOH) da CHESF, referente aos anos de 2017 e 2018, do município de Belém do São Francisco.

Tratamento das amostras

No laboratório para confecção das lâminas foi utilizado uma gota de sangue necessária para a confecção dos esfregaços, espalhada uniformemente formando uma camada delgada e secadas em temperatura ambiente. Após secagem, as lâminas foram fixadas com metanol e posteriormente, coradas com solução de Giemsa 5%. Na sequência, foram lavadas em água corrente, acondicionadas para secagem para posterior análise, sendo preparadas três lâminas para cada peixe.

As análises citológicas foram realizadas em microscópio óptico de luz com aumento de 1000x utilizando óleo de imersão, varrendo sistematicamente as lâminas até quantificar e registrar o número de micronúcleo (MN) e as anormalidades nucleares (AN), essas últimas analisadas segundo Carrasco et al. (1990) para contagens de células com núcleos blebbed, lobed, notched e binucleated. Este foi determinado a partir de 1000 eritrócitos por lâmina, sendo analisado um total de 3000 eritrócitos por peixe.

Análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológico

As análises dos parâmetros físico-químicos e microbiológico foram realizadas pela Empresa Água e Terra com sistema de gestão de qualidade certificado NBR ISO 9001:2008. Certificado de Ensaio nº: 1336-18/256, cujos parâmetros avaliados foram: pH, oxigênio dissolvido, turbidez, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, fósforo total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), temperatura, alumínio, cobre, cromo, níquel, zinco e coliformes totais. A análise desses parâmetros em relação aos valores de referência da Resolução 357/2005 CONAMA foi utilizada para determinação da classe de qualidade da água para cada sítio amostral.

Análises estatísticas

Foram realizadas utilizando Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram

comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% de probabilidade expressos em média \pm desvio padrão, através do Software Estatístico para Análises e Ensino de Estatística (SISVAR). A frequência de micronúcleo em eritrócitos periféricos foi calculada segundo Al-Sabti e Metcalfe (1995), onde o percentual de micronúcleos é igual ao número de células com MN dividido pelo número total de células multiplicado por 100, sendo anormalidade nuclear análoga ao MN (DUARTE et al., 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram capturados 60 indivíduos da espécie *Serrasalmus brandtii*, dos quais foi analisado um total de 180.000 células sanguíneas referente aos dois biomarcadores.

Teste de Micronúcleo: durante período estudado foram encontrados 20.123 MN (Figura 02).

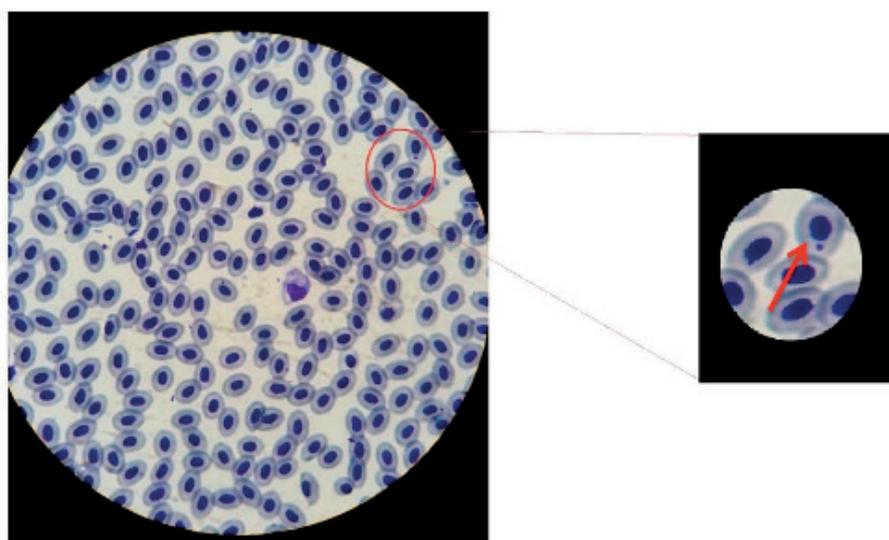


Figura 02 – Micronúcleo encontrado em eritrócitos de *Serrasalmus brandtii* capturada em dois sítios amostrais no Reservatório Itaparica, submédio São Francisco de janeiro/17 a janeiro/19.

Fonte: Pinto (2018).

O número médio de células com MN analisadas de *S. brandtii* quando comparado entre os sítios amostrais (01: Agrovila 01 e 02: Brejinho de Fora – Ponto Controle) apresentou diferença significativa para Agrovila 01, ficando Brejinho de Fora com menores médias de MN. Provavelmente indicando que Agrovila 01, por ser um receptor de agroquímicos, denota uma maior significância, sugerindo que o ambiente esteja contaminado por agentes genotóxicos que alteraram o material genético desses bioindicadores. Nos últimos anos, estudos têm mostrado altas taxas de micronúcleos em peixes que estão em áreas próximas a plantações com risco de contaminação por agroquímicos (ATEEQ et al., 2002; ÇAVAS, 2011; DA SILVA et al., 2014).

Na Agrovila 01, a diferença significativa foi observada no mês de janeiro/18 ($346 \pm 0,19f$), contudo os meses de outubro/17, abril, junho, setembro, novembro/18 e janeiro/19 não diferiram significativamente. Estes resultados podem estar ligados a

ocorrência de precipitação nesse período (19,1 mm de chuva), pois nestas condições as substâncias químicas são mais facilmente lixiviadas para dentro do Reservatório (DA SILVA et al., 2014). Os trabalhos de Da Silva et al., (2014) e Bueno-Krawczyk et al., (2015) mostram resultado similar, com danos mais elevados de MN no período chuvoso, principalmente quando relacionado às áreas rurais. Para Brejinho de Fora não foi observado diferença significativa em nenhum dos meses de coleta (Tabela 01).

SÍTIO AMOSTRAL	MÊS DE COLETA					
	jan/18	abr/18	jun/18	set/18	nov/18	jan/19
01 AGROVILA 01	346±0,19f*	107±0,10cd	153±0,12de	83±0,09abc	101±0,10bcd	98±0,10bcd
02 BREJINHO DE FORA	--	39±0,06ab	99±0,10bcd	44±0,07abc	28±0,05a	67±0,08abc

Tabela 01 – Média e desvio padrão ($X \pm SD$) obtidos através do teste de micronúcleo nos diferentes pontos de coleta dos sítios amostrais no Reservatório Itaparica, submédio São Francisco de janeiro/18 a janeiro/19.

*A média e desvio padrão seguido de letras diferentes correspondem a diferença significativa. (Teste ANOVA, Tukey ($P < 0,05$) a posteriori). Fonte: Pinto (2018).

Vale salientar que no mês de janeiro/18 não houve coleta nos pontos inicialmente escolhidos para Brejinho de Fora, em função de dificuldades de acesso colocadas pelos pescadores da localidade.

A avaliação do teste de micronúcleo no presente estudo foi realizada comparando-se a frequência de MN encontrada em cada sítio de amostragem ao longo do período estudado.

A figura 03 mostra a frequência de MN no período de coleta nos sítios amostrais. Na comparação entre a Agrovila 01 e Brejinho de Fora, foi observado um aumento para Agrovila 01, ficando Brejinho de Fora com as menores frequências de micronúcleos. Duarte et al., (2012) sobre a qualidade da água da Lagoa Jacuném (ES) em peixes da espécie *Oreochromis niloticus* e Wachtel (2017) sobre a avaliação do principal rio de abastecimento público da cidade de Dois Vizinhos (PR) mostram resultados semelhantes, todos os pontos amostrais apresentaram frequência de micronúcleo (MN%) significativa em relação ao controle.

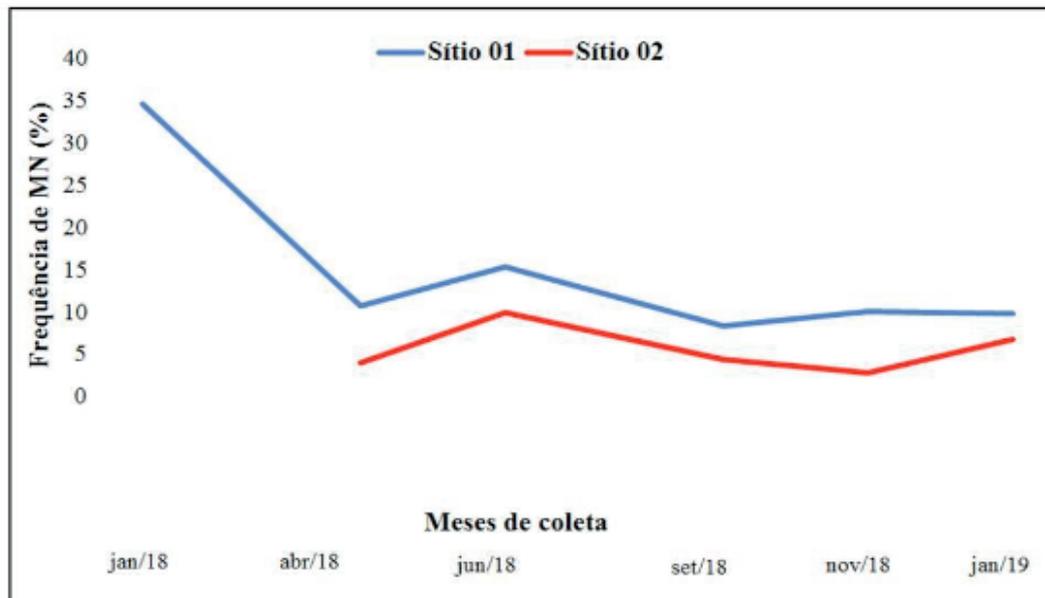


Figura 03 – Frequência de micronúcleos encontrados em eritrócitos de *Serrasalmus brandtii* capturada nos diferentes pontos de coleta dos sítios amostrais no Reservatório Itaparica, submédio São Francisco.

Fonte: Pinto (2018).

Buscando determinar o índice de danos no material de espécies de peixes do Lago Paranoá (DF), Rivero (2009) obteve resultados do teste de MN que mostraram que as espécies *Cichla temensis* (tucunaré) e *Hoplias malabaricus* (traíra) apresentaram maior frequência de MN em relação às outras espécies do lago. Tais resultados podem estar associados aos hábitos alimentares dessas espécies, visto que o tucunaré e a traíra são carnívoros e estão no topo da cadeia alimentar, podendo ocorrer bioacumulação de substâncias genotóxicas nestes organismos.

A espécie estudada (pirambeba) apesar de ser carnívora e estar no topo da cadeia alimentar, apresentou um baixo percentual de micronúcleos identificados (11,18%) em relação ao quantitativo total de células analisadas (180.000), não comprovando a contaminação da referida espécie.

Teste de Anormalidade Nuclear

O teste empregado propiciou a observação de vários tipos de anormalidades nucleares, analisadas e classificadas de acordo com Carrasco et al (1990) em todo o período amostral (Figura 04) com um total 11.543 AN contabilizadas.

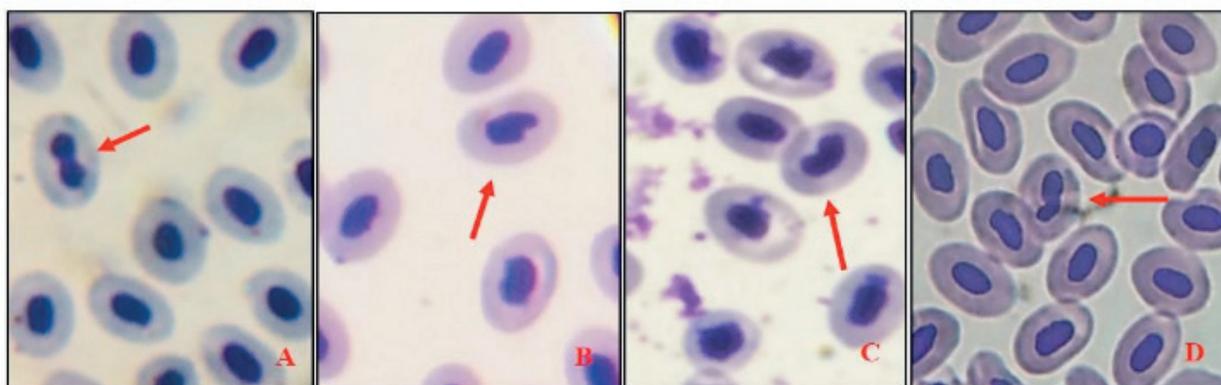


Figura 04 – Anormalidades Nucleares: célula com núcleo binucleated (a); célula com núcleo blebbed (b); célula com núcleo notched (c); célula com núcleo lobed (d).

Fonte: Torres (2018).

O sítio 01 apresentou maiores médias nos meses de setembro e novembro para todas as anormalidades nucleares em relação ao sítio 02. Para o sítio 02 houve diferença significativa nas anormalidades blebbed e notched nos meses de julho e novembro. Em abril no sítio 01 teve diferença significativa para anormalidade blebbed. Em abril, comparando os sítios com todas as anormalidades, notched apresentou diferença significativa. Em junho, blebbed e binucleated teve diferença significativa entre os sítios. Enquanto que lobbed, blebbed e binucleated demonstrou diferença significativa para setembro entre os sítios. Para os meses de novembro e jan/19 todas as anormalidades apresentaram diferença significativa. Todas as anormalidades nucleares apresentam diferença significativa em todos os meses e entre os sítios (Tabela 02).

MÊS	LOBBED		BLEBBED		NOTCHED		BINUCLEATED	
	Sítio 1	Sítio 2	Sítio 1	Sítio 2	Sítio 1	Sítio 2	Sítio 1	Sítio 2
Janeiro	2.73b	-	3.40cde	-	3.74bc	-	6.91cd	-
Abril	0.69a	1.00a	1.48ab	1.79ab	1.45a	1.80ab	1.98a	2.38a
Junho	2.07ab	1.55ab	4.21de	4.43e	2.97abc	2.90abc	5.85bcd	4.28abcd
Setembro	2.85b	2.06ab	2.26abc	1.67ab	3.67ab	2.35ab	4.83abcd	4.00abc
Novembro	2.68b	1.72ab	2.61abcd	1.26 ^a	3.30abc	2.24ab	4.09abc	2.63a
Janeiro/19	1.72ab	3.03b	1.07 ^a	2.87bcde	2.32ab	4.69cd	2.63a	4.63abcd

Tabela 02 – Valores de médias das anormalidades nucleares em eritrócitos de sangue periférico do *S. brandtii* durante o período de coleta.

* Os valores apresentados no sítio 2 representam o ponto controle.

** Os valores seguidos de letras diferentes indicam diferença significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Fonte: Torres (2018).

O estudo de Rivero (2007) avaliou citotoxicidade das águas do lago Paranoá (DF) com várias espécies, dentre elas, a tilápia do Nilo que apresentou maior média de anormalidade tipo binucleated e notched, resultado similar apresentado em nosso trabalho. Segundo Vilches (2009), eritrócitos binucleados foram observados no rio Cadeia

(RS) apenas no ponto B em agosto de 2008, o que difere do presente trabalho, onde eritrócitos binucleated foram observados em todos os meses e sítios apresentando maiores médias. Por meio dos resultados obtidos no teste de anormalidades, foram encontrados quantitativos de eritrócitos que apresentaram alterações no núcleo principal, dessa forma foi possível observar os efeitos genotóxicos em todos os sítios amostrais. Na comparação entre o ponto controle (sítio 2) e o ponto exposto (sítio 1), foi observado que esse último teve valores relevantes de anormalidades nucleares nos eritrócitos dos peixes da espécie *S. brandtii*.

O gráfico 01 mostra a frequência de cada anormalidade por sítio e mês. As anormalidades que demonstraram maior frequência são do tipo binucleated e notched, que possivelmente evidencia agentes químicos utilizados para o cultivo de irrigação. Estudos feitos por Ghisi et al (2014) relatam que a anormalidade que demonstrou maior frequência foi do tipo lobed, o qual evidencia alta concentração de agentes mutagênicos. Pressuposto este não identificado no presente trabalho.

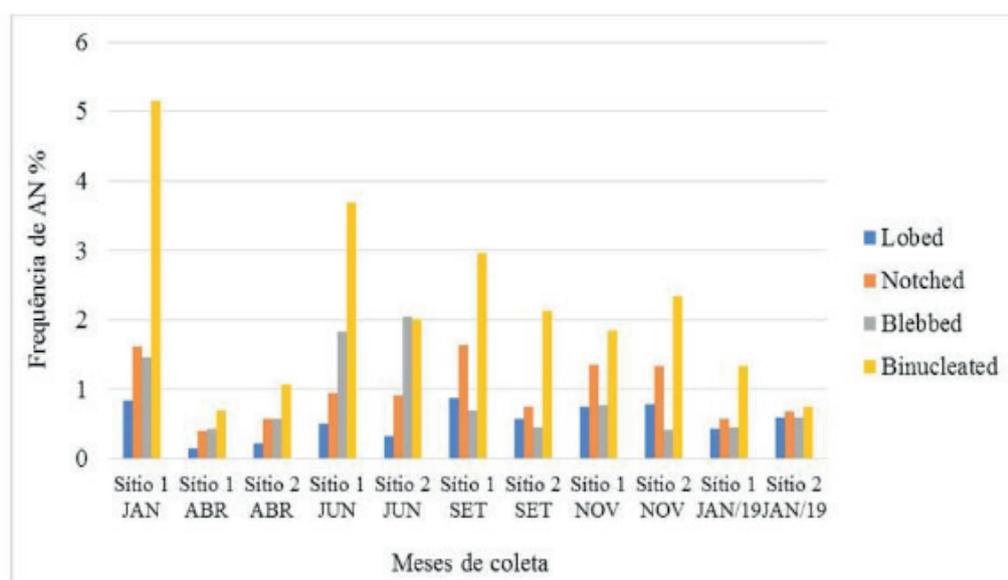


Gráfico 01 – Distribuição de frequências das anormalidades nucleares encontradas em eritrócitos de *S. brandtii* capturadas nos sítios amostrais localizados no reservatório Itaparica PE/BA.

Fonte: Torres (2018).

No presente estudo, os resultados demonstraram uma maior frequência de anormalidades nucleares em eritrócitos de *S. brandtii* no sítio 1 nos meses de janeiro/18, junho e setembro quando comparado com o sítio 2, resultando assim em possíveis danos, ratificando a presença de substâncias ou condições ambientais com potencial de efeito genotóxico, sendo capaz de causar consequência para o surgimento de anormalidades nucleares em peixes.

Análises das variáveis físico-químicas e microbiológica

Juntamente com análises genotóxicas, muitos trabalhos têm utilizado variáveis físico-químicas e microbiológicas como importante ferramenta nos monitoramentos de ecossistemas aquáticos. Tais variáveis possibilitam o enquadramento da água em classes conforme suas condições de uso segundo a resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2005).

As variáveis avaliadas de qualidade de água durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 03. Os resultados foram comparados com os valores estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2. Os dados obtidos mostram que as águas do Reservatório Itaparica, submédio São Francisco no trecho e período analisados e encontram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

PARÂMETROS	PERÍODO/LOCAL			RESOLUÇÃO 357/05 CONAMA CLASSE 2 VALORES MÁXIMOS PARA ÁGUA DOCE
	FEV/18	JUL/18	JUL/18	
	Sítio 1		Sítio 2	
pH (UpH)	7,72	7,97	7,79	6,0 a 9,0
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,65	8,01	7,97	não inferior a 6 mg/L
Turbidez (UNT)	2,1	6,9	8,5	até 100 UNT
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	0,56	0,77	0,74	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5
				2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
				1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
				0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Nitrato (mg/L N)	<0,136	<0,136	0,175	10,0 mg/L N
Nitrito (mg/L N)	<0,02	<0,02	<0,02	1,0 mg/L N
Fósforo Total (mg/L)	0,013	<0,011	<0,011	até 0,030 mg/L
DBO (mg/L O2)	2,46	<2,00	<2,00	até 5 mg/L O2
Coliformes Totais	<1,8	9,1	7	N. a

Tabela 03. Variáveis físico-químicas e microbiológica das águas dos sítios amostrais coletadas no Reservatório Itaparica comparada com o enquadramento da classe 02 de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

*Não houve coleta no sítio 02 em fevereiro/18, n.d. = não detectado. Fonte: Empresa Água e Terra (NBR ISO 9001:2008).

A análise físico-química e microbiológica demonstrou que as amostras de água dos sítios estudados no Reservatório Itaparica são de boa qualidade, com os parâmetros enquadrando-se na classe 02. As águas dessa classe podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e atividade de pesca (BRASIL, 2005).

Resultados semelhantes foram observados por Bueno et al. (2017), em dois pontos de coleta da represa dos Cocais (MG), como também por Vilches (2009),

demonstrando que as amostras de água dos pontos estudados do rio Cadeia (RS) são de boa qualidade. Santos (2014), em estudo desenvolvido no Reservatório Itaparica, também não detectou diferenças expressivas de temperatura e oxigênio dissolvido ao longo dos meses estudados. Dessa forma, os resultados apresentados corroboram com o presente trabalho.

Para Vilches (2009), em áreas agrícolas, o acompanhamento dos parâmetros físico-químicos é indispensável. A presença de diversas formas de nitrogênio pode provocar o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática. Os índices de fósforo total de acordo com Leal (2006) e Duarte et al (2012) com referência a qualidade da água da Lagoa Jacuném (ES) se apresentaram elevados. Os valores apresentados no presente trabalho para fósforo total, temperatura, oxigênio dissolvido e demais parâmetros, encontraram-se dentro do limite CONAMA 357/2005, apesar da área irrigada adjacente.

De acordo com os resultados obtidos pela análise laboratorial, os metais pesados, embora não tenham apresentado valores significativos demonstraram possibilidade a um efeito genotóxico que acarretou identificação das anormalidades (Tabela 04).

PARÂMETROS	LOCAL		RESOLUÇÃO 357/05 CONAMA CLASSE 2 - ÁGUA DOCE VALORES MÁXIMOS
	Sítio 2	Sítio 1	
Alumínio Total	0,1238	<0,100	N. a
Chumbo Total	<0,010	<0,010	0,01(mg/L)
Cobre Total	<0,005	<0,005	N. a
Cromo Total	<0,005	<0,005	0,05 (mg/L)
Níquel Total	<0,025	<0,025	0,025 (mg/L)
Zinco Total	0,009	0,009	0,18 (mg/L)

Tabela 04 - Valores dos metais pesados analisados na amostra de água em julho/2018 coletada no sítio 1 e 2 no reservatório de Itaparica PE/BA.

*N. a = não aplicável. Fonte: Empresa Água e Terra (NBR ISO 9001:2008).

3 | CONCLUSÕES

Foi identificado um potencial genotóxico para a área amostrada em função da frequência significativa de micronúcleos em eritrócitos *Serrasalmus brandtti* superior nos peixes da Agrovila 01 em relação a Brejinho de Fora (Ponto Controle).

Para as anormalidades nucleares detectadas, destacou-se principalmente as

dos tipos binucleated e notched, o que corrobora possibilidade de efeitos genotóxicos presentes na área de estudo do sítio 1 (Agrovila 1) rodeada de cultivos, já que o teste de anormalidades nucleares apresentou valores estatisticamente significativos.

As variáveis físico-químicas e microbiológica analisadas resultantes da análise da água se encontraram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.

Os biomarcadores testados, micronúcleo e anormalidades nucleares, mostraram-se rápidos e eficazes para monitoramento da área estudada, sugerindo que os resultados obtidos neste trabalho poderão servir de suporte na tomada de decisões relativas ao manejo correto dos agroquímicos.

Os resultados apresentados servem como referencial para a espécie analisada dando suporte a sua identificação como espécie sentinela, capaz de fornecer informações sobre a área estudada.

É importante ressaltar a necessidade do monitoramento dos efeitos genotóxicos, expandindo a quantidade de sítios de amostragem a jusante e a montante dos sítios estudados no Reservatório Itaparica, além do aumento da quantidade de pontos de coleta.

REFERÊNCIAS

ATEEQ, B. et al. Induction of micronuclei and erythrocyte alterations in the catfish *Clarias batrachus* by 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and butachlor. 2002. **Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 518, n. 2, p. 135–144.

AYLLON, F.; GARCIA-VAZQUEZ, E. Induction of micronuclei and other nuclear abnormalities in European minnow *Phoxinus phoxinus* and mollie *Poecilia latipinna*: an assessment of the fish micronucleus test. **Mutation Research**, v.467, p. 177-186, 2000.

BOLOGNESI, C. AND HAYASHI, M. Micronucleus Assay in Aquatic Animals. **Mutagenesis** 26:205-213. (2011).

BOMBAIL, V. et al. Application of the comet and micronucleus assays to butterflyfish (*Pholisgunnellus*) erythrocytes from the Firth of Forth, Scotland. **Chemosphere**, v. 44, n. 3, p. 383-392, 2001.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, Seção 1, p. 58- 63, 2005.

BUENO, A. P. M. et al. **Teste de micronúcleos em peixes e parâmetros físico-químicos da água da represa Cocais, Minas Gerais**. 2017.

BUENO-KRAWCZYK, A. C. D. et al. **Multibiomarker in fish to evaluate a river used to water public supply**. 2015. **Chemosphere**, v. 135, p. 257-264.

CARRASCO, K.R.; TILBURY, K.L.; MYERS, M.S. Assessment of the piscine micronucleus test as na in situ biological indicator of chemical contaminant effects. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 47, p.2133-2136, 1990.

ÇAVAS, T. In vivo genotoxicity evaluation of atrazine and atrazine-based herbicide on fish *Carassius auratus* using the micronucleus test and the comet assay. 2011. **Food and Chemical Toxicology**, v.

DA SILVA, M. D. et al. Using multibiomarker approach as a tool to improve the management plan for a Private Reserve of Natural Heritage (RPPN). 2014. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 92, n. 5, p. 602–608.

DELCORSO, M. C. Alterações hepáticas e avaliação de potencial genotóxico como biomarcadores em ensaios de exposição de longo prazo e recuperação à atrazina em alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus*. Dissertação (Mestrado). Campinas, SP. 2015.

DUARTE, I. D.; DIAS, M.C.; DAVID, J.A.O.; MATSUMOTO, S.T. A qualidade da água da Lagoa Jacuném (Espírito Santo, Brasil) em relação a aspectos genotóxicos e mutagênicos, mensurados respectivamente pelo ensaio do cometa e teste do micronúcleo em peixes da espécie *Oreochromis niloticus*. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v.10, n.2, p.211-219. abr./jun.2012.

GHISI, N. C.; RAMSDORF, W. A.; FERRARO, M. V. M.; ALMEIDA, M. I. M.; RIBEIRO, C. A. O.; CESTARI, M. M. **Evaluation of genotoxicity in *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes) after sub-chronic contamination with Fipronil**. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 180, n. 1-4, p. 589-99, set 2011.

GHISI, N. D. C.; OLIVEIRA, E.D.C.; FÁVARO, L.F.; ASSIS, H.C.S.; PRIOLO, A.J. In Situ Assessment of a Neotropical Fish to Evaluate Pollution in a River Receiving Agricultural and Urban Wastewater. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 93, n. 6, p. 699–709, 2014.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, 2003, p. 153- 164.

LEAL, P.R. 2006. **Avaliação de Indicadores do estado trófico de uma lagoa costeira: Lagoa Jacuném (Serra/ES)**. Monografia (TCC - Oceanografia) Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

MARCHESANI, E.; ZANELLA, R.; AVILA L.; CAMARGO E.; MACHADO, M. Rice herbicide monitoring in two brazilian rivers during the rice growing season. **Scientia Agricola** 64, 2007, 131-137.

MELO, G. L de. **Estudo da Qualidade da água no reservatório Itaparica localizado na Bacia do Rio São Francisco**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, 2007.

MIRANDA, A. L. **Bioacumulação de poluentes organopersistentes (POP's) em traíras (*Hoplias malabaricus*) e seus efeitos in vitro em célula do sistema imune da carpa (*Cyprinus carpio*)**. 2006. Dissertação (Mestrado em biologia celular) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MOURA E SILVA, M. S. G. et al. Assessment of benthic macroinvertebrates at Nile tilapia production using artificial substrate samplers. **Brazilian Journal of Biology**, n. AHEAD, 2016.

RAMSDORF, W.A., VICARI, T., DE ALMEIDA, M.I., ARTONI, R.F. and CESTARI, M.M. Handling of *Astyanax* sp. for biomonitoring in Cangüiri Farm within a fountainhead (Iraí River Environment Preservation Area) through the use of genetic biomarkers. **Environmental Monitoring and Assessment**, 2012.

RIVERO, C.L.G. Perfil da frequência de micronúcleos e de danos no dna de diferentes espécies de peixes do lago Paranoá, Brasília-DF, Brasil. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Patologia Molecular. Universidade de Brasília, 2007.

RUSSO A, CARDILE V, SANCHEZ F, TRONCOSO N, VANELLA A, GARBARINO JA 2004. Chilean própolis: antioxidant activity and antiproliferative action in human tumor cells lines. **Life Sci** 76: 545-558.

SANTOS, F.L.B. **Avaliação de biomarcadores bioquímicos e genotóxicos na espécie *Serrasalmus brandtii* (Lütken, 1965) capturada no Reservatório Itaparica – PE/BA.** Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia. Maceió, 2014.

SCHMID, W. The micronucleus test. **Mutation Research/Environmental Mutagenesis and Related Subjects**, v. 31, n. 1, p. 9-15, 1975.

SONDERGAARD, M.; JEPPESEN, E. J. Anthropogenic impacts on lake and stream ecosystems, and approaches to restoration. **Applied Ecology** 44, 2007, p. 1089–1094.

TAL, I.M. THOMPSON, A.P.A et al. Effect of cooling heat-stressed dairy cows during the dry period on insulin response. **J. Dairy Sci.**, 95- 2012.

VENTURA B, C., DE ANGELIS D. F., MARIN-MORALES M. A. - Mutagenic and genotoxic effects of the Atrazine herbicide in *Oreochromis niloticus* (Perciformes, Cichlidae) detected by the micronuclei test and the comet assay - **Pesticide Biochemistry and Physiology** 90 (2008) 42–51.

VILCHES, M. **Análise genotóxica do rio Cadeia/RS através do ensaio cometa e teste de micronúcleo e anormalidades nucleares utilizando peixes como bioindicadores.** Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) – Feevale, Novo Hamburgo-RS, 2009.

WACHTEL, C. C. **Utilização de biomarcadores genéticos para a avaliação do principal rio de abastecimento público da cidade de dois vizinhos, Paraná.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas. Dois Vizinhos, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Administração 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 61, 62, 63, 64, 66, 69, 70, 114, 175, 183, 188
Adsorção 135, 139, 140, 142, 144, 145, 146, 167
Aerogerador 12, 14, 17, 18, 20, 21, 23, 24
Agricultura 25, 88, 89, 90, 93, 96, 163, 169
Agroecologia 88
Agroquímicos 89, 99, 100, 101, 104, 111
Apropriação social da ciência 1, 8

B

Bauxita 147, 148, 149, 151, 154, 155
Biomarcadores 98, 99, 100, 102, 104, 111, 112, 113
Biomassa 36, 144, 163, 164, 166, 167

C

Cidades Sustentáveis 26, 27

E

Educação Ambiental 70, 71, 72, 73, 74, 79, 80
Efluente 114, 115, 118, 119, 121, 122, 123, 137, 139, 145
Energia eólica 12, 13, 14
Energia Solar Fotovoltaica 26, 27, 29, 30, 32, 34, 35
Estações de tratamento 114, 138, 139

G

GC-MS (Cromatógrafo Gasoso acoplado com Espectrômetro de Massa) 124, 125, 128, 133
Genotoxicidade 99, 100, 101

H

Habitação 172, 175, 177, 186
Hortaliças 81, 82, 83, 84, 85, 86

L

Lagoas de estabilização 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

M

Meio-ambiente 1, 2
Misturas asfálticas 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49

P

Pesticidas 96, 97, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 133

Petróleo 40, 47, 48, 49, 73, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 145, 146

Pirólise 164, 166, 167, 168

Planejamento Urbano 172, 188

Políticas Públicas 26, 27, 29, 30, 31, 32, 188

R

Rejeitos 147, 148, 149, 150, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Resíduos 64, 67, 81, 95, 96, 116, 117, 122, 135, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 148, 154, 165, 166

S

Sociedade 5, 6, 9, 13, 28, 31, 50, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 71, 72, 73, 79, 80, 83, 93, 147, 172, 175, 188

Solo 4, 72, 84, 91, 97, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 178

Sustentabilidade 12, 16, 26, 27, 32, 33, 37, 38, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 81, 87, 94, 98, 114, 122, 124, 135, 147, 156, 163, 172, 188, 191

T

Telhados Inteligentes 26, 27, 32

 **Atena**
Editora

2 0 2 0