



Fernanda Pereira Martins
(Organizadora)

Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 3


Atena
Editora
Ano 2021



Fernanda Pereira Martins
(Organizadora)

Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 3

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Fernanda Pereira Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G342 Geociências: estabelecimento e evolução da civilização humana 3 / Organizadora Fernanda Pereira Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-896-0

DOI 10.22533/at.ed.960211703

1. Geociências. I. Martins, Fernanda Pereira (Organizadora). II. Título.

CDD 550

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 3” constitui-se em palco para discussão dos diversos saberes associados às geociências, sendo composto por pesquisas, relatos de casos e/ou revisões bibliográficas.

A abertura do livro é apresentada com o **capítulo 1** - “Assinaturas magnéticas de processos biogeoquímicos em uma área contaminada por hidrocarbonetos” - em que os autores buscaram identificar os processos biogeoquímicos ocorridos em áreas contaminadas por hidrocarbonetos, associando-os às assinaturas magnéticas capazes de fornecer informações sobre a mineralogia, e, também da análise de curvas de histerese para informações sobre os grãos de minerais magnéticos.

No **capítulo 2** - “Avaliação da genotoxicidade através de alterações morfonucleares em eritrócitos da ictiofauna do médio Rio São Francisco em Minas Gerais (Brasil)” – os pesquisadores averiguaram a genotoxicidade através da frequência de micronúcleos e ocorrência de outras alterações morfonucleares em eritrócitos de peixes do rio São Francisco (Januária/MG) com vistas a diagnosticar a qualidade do recurso hídrico e do pescado.

No **capítulo 3** - “A remota cidade de Atlântida” – o autor teve por objetivo analisar materiais referentes à cidade histórica de Atlântida, mencionada em diversas obras, como *Timeu e Critias ou A Atlântida*, de Platão e orientar uma possível localização dos destroços da cidade, baseada nessa análise.

No **capítulo 4** - “Curva de Keeling - a medida da concentração de dióxido de carbono – CO₂ – na atmosfera: um ensaio de modelagem via Método Univariado SARIMA” – a pesquisa refere-se à construção de um modelo univariado SARIMA ajustado à variabilidade da medida da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, com a finalidade de realizar a previsão desta variável a partir de seu comportamento temporal/histórico e componente sazonal.

No **capítulo 5** - “Dinâmica sedimentar do rio Paraguai na Ilha Laranjeira, Pantanal Sul-Matogrossense” – apresentou-se um balanço hidrossedimentar a fim de compreender os processos erosivos e deposicionais que ocorrem no canal analisado no contexto de um rio *anabranching*.

No **capítulo 6** - “Investigação geoquímica de feições e estruturas arqueológicas em Terra Preta de Índio do Sítio Bitoca (Província Mineral de Carajás, Pará)” – os autores descreveram os aspectos químicos e mineralógicos de solos tipo Terra Preta Arqueológica ou Terra Preta de Índio provenientes dos sítios Bitoca I e II, localizados na Região do Salobo (Província Mineral de Carajás, Pará).

No **capítulo 7** - “Metodologia pré-operacional para elaboração de baselines ambientais frente as potenciais reservas de gás não convencional na Bacia do São Francisco

– Minas Gerais/Brasil” - o levantamento de baseline é destacado como fundamental para caracterização do ambiente de investigação, permitindo a avaliação dos impactos ambientais prévios e posteriores a extração do *shale gas*,

Para o encerramento da presente obra, o **capítulo 8** apresenta uma importante contribuição intitulada “Recifes da Amazônia: percepção da população de Macapá e do Oiapoque - Amapá, Brasil” – em que os autores analisaram e compararam a percepção de três grupos sobre os recifes amazônicos.

A coleção de artigos dessa obra abrange diferentes segmentos dentro das geociências e demonstra a sua diversidade temática e metodológica. Assim, essa coletânea se concretiza a partir do empenho de vários pesquisadores, os quais representam diversas instituições de ensino e pesquisa do Brasil e que aqui deixam sua contribuição para ampliar as discussões dentro das geociências.

Fernanda Pereira Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ASSINATURAS MAGNÉTICAS DE PROCESSOS BIOGEOQUÍMICOS EM UMA ÁREA CONTAMINADA POR HIDROCARBONETOS

Carolina Silveira de Moraes
Andréa Teixeira Ustra
Alexandre Muselli Barbosa
Rosely Aparecida Liguori Imbernon

DOI 10.22533/at.ed.9602117031

CAPÍTULO 2..... 14

AVALIAÇÃO DA GENOTOXICIDADE ATRAVÉS DE ALTERAÇÕES MORFONUCLEARES EM ERITRÓCITOS DA ICTIOFAUNA DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO EM MINAS GERAIS (BRASIL)

Lucélia Sandra Silva Barbosa Braga
Maria Rosilene Alves Damasceno
José Ermelino Alves Damasceno

DOI 10.22533/at.ed.9602117032

CAPÍTULO 3..... 23

A REMOTA CIDADE DE ATLÂNTIDA

Mateus Santana Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.9602117033

CAPÍTULO 4..... 31

CURVA DE KEELING - A MEDIDA DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO – CO₂ – NA ATMOSFERA: UM ENSAIO DE MODELAGEM VIA MÉTODO UNIVARIADO SARIMA

Alexandre Boleira Lopo

DOI 10.22533/at.ed.9602117034

CAPÍTULO 5..... 47

DINÂMICA SEDIMENTAR DO RIO PARAGUAI NA ILHA LARANJEIRA, PANTANAL SUL-MATOGROSSENSE

Hudson de Azevedo Macedo
José Cândido Stevaux
Aguinaldo Silva

DOI 10.22533/at.ed.9602117035

CAPÍTULO 6..... 58

INVESTIGAÇÃO GEOQUÍMICA DE FEIÇÕES E ESTRUTURAS ARQUEOLÓGICAS EM TERRA PRETA DE ÍNDIO DO SÍTIO BITOCA (PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS, PARÁ)

Majd Nidal Aboul Hosn
Bruno Apolo Miranda Figueira
Marcondes Lima da Costa

Dirse Clara Kern

DOI 10.22533/at.ed.9602117036

CAPÍTULO 7..... 64

METODOLOGIA PRÉ-OPERACIONAL PARA ELABORAÇÃO DE BASELINES AMBIENTAIS FRENTE AS POTENCIAIS RESERVAS DE GÁS NÃO CONVENCIONAL NA BACIA DO SÃO FRANCISCO – MINAS GERAIS/BRASIL

Jussara da Silva Diniz Lima

Vinicius Goncalves Ferreira

Joyce Castro de Menezes Duarte

Gustavo Filemon Costa Lima

Carlos Alberto de Carvalho Filho

DOI 10.22533/at.ed.9602117037

CAPÍTULO 8..... 74

RECIFES DA AMAZÔNIA: PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO DE MACAPÁ E DO OIAPOQUE - AMAPÁ, BRASIL

Janaina Freitas Calado

Fabrcio Leão Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.9602117038

SOBRE A ORGANIZADORA..... 87

ÍNDICE REMISSIVO..... 88

AVALIAÇÃO DA GENOTOXICIDADE ATRAVÉS DE ALTERAÇÕES MORFONUCLEARES EM ERITRÓCITOS DA ICTIOFAUNA DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO EM MINAS GERAIS (BRASIL)

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 04/02/2021

Lucélia Sandra Silva Barbosa Braga

Instituto Federal Norte de Minas Gerais –
IFNMG/Campus Januária
Januária – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5160628369488763>

Maria Rosilene Alves Damasceno

Instituto Federal Norte de Minas Gerais –
IFNMG/Campus Januária
Januária – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8738435274938100>

José Ermelino Alves Damasceno

Universidade Estadual de Montes Claros –
UNIMONTES/Campus Janaúba
Janaúba – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8575292477239396>

RESUMO: O rio São Francisco está vulnerável à contaminação por poluentes oriundos do lançamento de esgotos domésticos, industriais e agrícolas, comprometendo a biota aquática. Peixes são muito utilizados como bioindicadores porque respondem aos compostos tóxicos de maneira bastante similar aos grandes vertebrados. São parâmetros importantes também devido fazerem parte da cadeia alimentar humana. Este estudo averiguou a genotoxicidade através da frequência de micronúcleos (teste MN) e ocorrência de outras alterações morfonucleares em eritrócitos de peixes coletados do rio São Francisco a montante e às margens da cidade

de Januária/MG. Justifica-se por elaborar diagnóstico acerca da qualidade do recurso hídrico e do pescado. Os dados obtidos relativos às frequências de micronúcleos e demais alterações morfonucleares, *blebbed*, *lobed* e *notched*, foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Foi observada a presença de micronúcleos nos eritrócitos de todos os peixes amostrados, bem como a ocorrência das outras alterações morfonucleares, com frequência mais elevada em *Rhinelepis aspera*, *Prochilodus sp.*, *Franciscodoras marmoratus*, *Leporinus sp.*, *Salminus sp.*, *Brycon sp.* Estes resultados sugerem que poluentes acumulados na água são potencialmente capazes de afetar a prevalência e o equilíbrio dinâmico da ictiofauna do rio São Francisco. Estudos complementares como análise de sedimentos e metais são recomendados, bem como a avaliação de animais coletados em ambientes não poluídos.

PALAVRAS-CHAVE: Peixes, Bioindicadores, Rio São Francisco, Xenobióticos, Micronúcleos.

EVALUATION OF GENOTOXICITY THROUGH MORPHONUCLEAR CHANGES IN ERYTHROCYTES OF THE ICTIOFAUNA OF MIDDLE RIO SÃO FRANCISCO IN MINAS GERAIS (BRAZIL)

ABSTRACT: The São Francisco River is vulnerable to contamination by pollutants from the release of domestic, industrial and agricultural sewage, compromising the aquatic biota. Fishes are widely used as bio-indicators because they respond to toxic compounds in a very similar way to large vertebrates. They are also important

parameters because they are part of the human food chain. This study investigated the genotoxicity through the frequency of micronuclei (MN test) and the occurrence of other morphonuclear alterations in erythrocytes from fishes collected from the São Francisco River upstream and on the banks of the city of Januária / MG. It is justified by elaborating a diagnosis about the quality of the water resource and the fish. The data obtained regarding micronucleus frequencies and other morphonuclear changes, *blebbed*, *lobed* and *notched* were subjected to analysis of variance and the means compared by the Scott-Knott test at 5% probability. It was observed the presence of micronuclei in the erythrocytes of all sampled fishes, as well as the occurrence of other morphonuclear alterations, with a higher frequency in *Rhinelepis aspera*, *Prochilodus sp.*, *Franciscodoras marmoratus*, *Leporinus sp.*, *Salminus sp.*, *Brycon sp.* These results suggest that pollutants accumulated in water are potentially capable of affecting the prevalence and dynamic balance of the ichthyofauna of the São Francisco River. Complementary studies such as analysis of sediments and metals are recommended, as well as the evaluation of animals collected in unpolluted environments.

KEYWORDS: Fishes, Bio-indicators, São Francisco River, Xenobiotics, Micronuclei.

1 | INTRODUÇÃO

O rio São Francisco constitui uma das mais importantes fontes hídricas do Brasil, favorecendo o assentamento humano em regiões semiáridas, a formação de inúmeros aglomerados urbanos, consolidação de polos industriais e agrícolas. Ao longo de seu curso, o rio recebe poluentes oriundos do esgotamento doméstico e industrial, agroquímicos e agrotóxicos procedentes também das atividades agrícolas. (CBHSF, 2015).

A gestão da qualidade das águas em Minas Gerais é realizada pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). Alguns dos parâmetros que periodicamente não atendem aos limites definidos pela Normativa COPAM/CERH 01/2008 são cobre dissolvido, fósforo total, sulfetos, densidade de cianobactérias tóxicas e coliformes termotolerantes. (IGAM, 2013).

A contaminação do rio São Francisco pode estar acarretando distúrbios fisiológicos, reprodutivos e comportamentais à biota aquática e contribuindo para a diminuição dos estoques naturais da sua ictiofauna. (BARBOSA *et al.*, 2017). Por esta razão, os peixes têm sido elencados como sentinelas para avaliação da qualidade ambiental, pois acumulam substâncias tóxicas pela exposição direta a agentes contaminantes na água, ou indiretamente pela cadeia alimentar, sendo sensíveis a baixas concentrações de mutagênicos e aos mesmos agentes teratogênicos e carcinogênicos que o homem. (AL-SABTI E METCALF, 1995; MATSUMOTO E CÓLUS, 2000; GRISOLIA, 2005; DEUTSCHMANN *et al.*, 2016).

Os peixes teleósteos da classe Actinopterygii, normalmente possuem eritrócitos mononucleados. (HICKMAN *et al.*, 2012). A presença de material genético extranuclear, caracteriza-se por quebra cromossômica, um dano severo ao genoma da célula, que resulta na formação dos micronúcleos. Por isso, a análise de micronúcleo e demais anormalidades nucleares são importantes biomarcadores de genotoxicidade. Estas alterações genômicas

ocorrem espontaneamente nos organismos, entretanto estudos demonstram que a exposição dos peixes a efluente de natureza química diversa pode desencadear aumento das anomalias nucleares. (CARRASCO, 1990; RIVERO, 2007; AZEVEDO *ET AL.*, 2012; DEUTSCHMANN *ET AL.*, 2016).

O teste de micronúcleos MN tem sido muito utilizado para o monitoramento da qualidade ambiental conforme Mersch *et al.* (1996), sendo considerado um ensaio simples, rápido e sensível à detecção de alterações cromossômicas estruturais e/ou numéricas. Os micronúcleos são constituídos por fragmentos cromossômicos ou cromossomos inteiros que não se incorporaram ao núcleo principal durante o processo de divisão celular, sendo considerados como biomarcadores de danos genotóxicos “in vivo”. (POLEZA, 2004; RIVERO, 2007; VILCHES, 2009; PORTO, 2009, CETESB, 2016). Além de micronúcleo, outras alterações morfonucleares foram observadas e descritas por Carrasco (1990) e Rivero (2007), denominadas por *blebbed*, *lobed* e *notched* também decorrentes de erros na divisão celular.

A área de estudo compreende as margens e a montante da cidade de Januária localizada na região do médio rio São Francisco, terceira maior cidade do Norte do Estado de Minas Gerais, com estimativa de 67.852 habitantes (IBGE, 2020). Apenas 37,2% dos domicílios tem esgotamento sanitário, limita-se com municípios ribeirinhos, a montante com Pedras de Maria da Cruz e a jusante, com Itacarambi.

Este estudo justifica-se porque os peixes são importantes à nutrição humana e a pesca é uma atividade econômica muito praticada no rio São Francisco. A contaminação aquática afeta negativamente os sistemas biológicos e a contaminação do rio São Francisco pode estar associada à redução dos cardumes e ao risco de não prevalência de algumas espécies neste ecossistema. (BARBOSA *et al.*, 2017).

Este trabalho teve como objetivo principal, investigar a genotoxicidade através da frequência de micronúcleos e outras alterações morfonucleares, *blebbed*, *lobed* e *notched*, em eritrócitos da ictiofauna do médio rio São Francisco que margeia a cidade de Januária em Minas Gerais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho possui licenciamento ambiental nº45371-1 emitido pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO.

2.1 Área de estudo

Os pontos amostrais foram georreferenciados por GPS (Global Positioning System) sendo eles: Ilha de Pedro (S 15°31.435' W 044°22.295) e Rampa de Baixo (S 15°29.576' W 044°21.069'), (FIGURA 1).

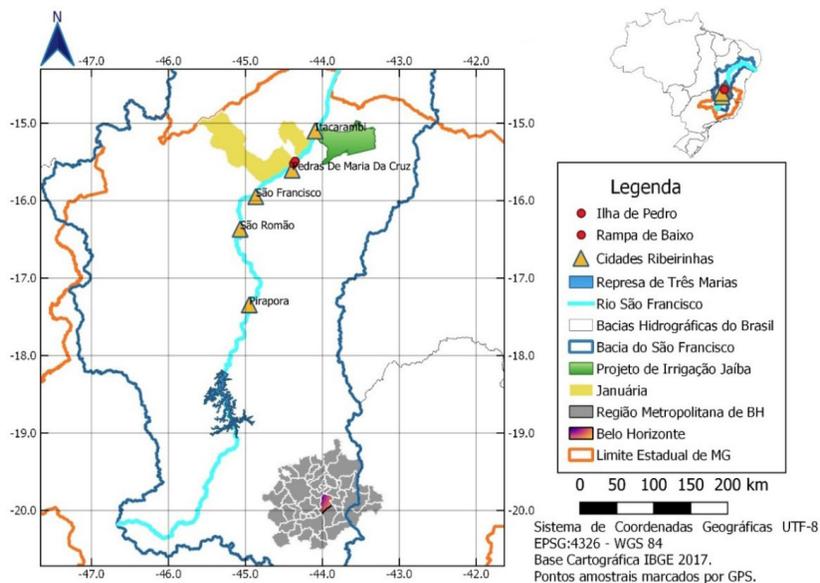


FIGURA 1. Área de estudo na região do médio Rio São Francisco, Januária/MG

2.2 Coleta dos peixes

A captura dos peixes foi realizada em 2013/2014. Para os procedimentos de coleta, identificação das espécies e manuseio dos exemplares, foi firmada parceria com a Colônia de Pescadores Z2 do município de Januária, associação legalmente instituída e licenciada para a atividade pesqueira. Os animais foram recolhidos por rede de arrasto.

2.3 Teste de Micronúcleos (MN) e outras alterações morfonucleares (AMN)

O teste de micronúcleo foi realizado conforme descrito por Rivero (2007), com modificação. O sangue periférico dos peixes foi coletado através de punção branquial com auxílio de seringas hipodérmicas banhadas com anticoagulante ácido etilendiaminotetracético (EDTA, 3%). A extensão sanguínea de cada espécime foi feita no local da coleta, com aproximadamente 50 µl de sangue, sendo preparados três esfregaços por espécime. As lâminas foram secas em temperatura ambiente por 24 horas. Depois de secas, foram coradas utilizando-se kit para coloração diferencial rápida em hematologia (Instant-Prov Código 1319, Lote 13379E com Registro no Ministério da Saúde 10287910055), seguindo procedimentos conforme recomendado pelo fabricante.

A análise citológica foi realizada em microscópio óptico de luz com objetiva de imersão 100x, considerando 3.000 células por animal. A contagem foi registrada com auxílio de contadores estatísticos analógicos Lee Tools 680233. Os eritrócitos totais e aqueles que apresentavam micronúcleos foram quantificados, bem como subgrupos de outras três alterações morfonucleares distintas sendo *blebbed*, *lobed* e *notched*. (CARRASCO, 1990; RIVERO, 2007; AZEVEDO *et al.*, 2012).

2.4 Análise Estatística

Os dados obtidos relativos às frequências de micronúcleos e alterações morfonucleares do tipo, *blebbed*, *lobed* e *notched*, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. O programa utilizado para as análises estatísticas foi o SISVAR. (FERREIRA, 2011).

Foram amostradas 12 (doze) espécies de peixes. A análise estatística dos dados foi obtida com 9 (nove) espécies para as quais foram coletadas um (n) amostral de 5 (cinco) repetições por espécie, totalizando 47 animais. As comparações das médias da frequência de micronúcleos e alterações morfonucleares, demonstra que a incidência de MN apresentou-se mais alta em relação à de AMN em todas as espécies avaliadas.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a presença de micronúcleos MN e outras alterações morfonucleares AMN em todas as espécies amostradas para o médio rio São Francisco, sugerindo diagnóstico desfavorável acerca da qualidade ambiental do trecho em que foram realizadas as coletas. (FIGURA 2).

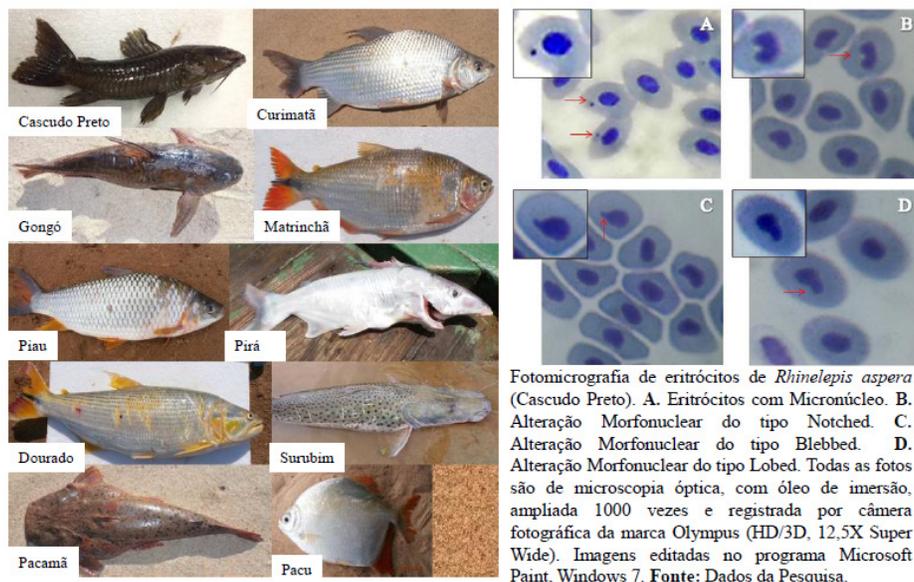


FIGURA 2. Algumas das espécies amostradas da ictiofauna do rio São Francisco e as alterações genéticas observadas nos eritrócitos dos peixes

Algumas das espécies analisadas são relatadas pelo ICMbio (2014) como ameaçadas de extinção na bacia do rio São Francisco, sendo o *Conorhynchos conirostris*

(pirá), *Lophiosilurus alexandri* (pacamã) e *Brycon nattereri* (matrinxã).

Os números absolutos de micronúcleos e outras alterações morfonucleares diferiram entre as espécies, podendo estar correlacionada a fatores como hábitos alimentares, resistência à exposição de contaminantes ou capacidade de reparo das alterações genéticas causadas por agentes genotóxicos (QUADRO 1).

Peixes		Alterações Morfonucleares			
Nome Científico	Nome Popular	Micronúcleos (MN)	<i>Blebbled</i>	<i>Lobed</i>	<i>Notched</i>
<i>Rhinelepis aspera</i>	Cascudo Preto	966	28	11	17
<i>Prochilodus sp.</i>	Curimatã	430	32	19	8
<i>Salminus sp.</i>	Dourado	80	8	20	21
<i>Franciscodoras marmoratus</i>	Gongó	153	29	42	22
<i>Pimelodus sp.</i>	Mandim	334	8	3	7
<i>Brycon sp.</i>	Matrinxã	310	0	17	33
<i>Myleus sp.</i>	Pacu	96	2	19	3
<i>Leporinus sp.</i>	Piau	289	18	17	0
<i>Conorhynchos conirostris</i>	Pirá	24	5	7	4
<i>Lophiosilurus alexandri</i>	Pocomon ou Pacamã	7	2	1	0
<i>Pseudoplatystoma sp.</i>	Surubim	77	18	22	7
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	171	17	17	29

*Legenda: Alterações morfonucleares do tipo micronúcleos, *blebbled*, *lobed* e *notched* por amostra.

QUADRO 1. Números absolutos de alterações morfonucleares amostradas em espécies de peixes coletadas na região do médio rio São Francisco em Januária-MG

Fonte: Dados da Pesquisa.

Espécies	Frequência			
	Micronúcleos	<i>Blebbled</i>	<i>Lobed</i>	<i>Notched</i>
Cascudo Preto	13.242623 a	2.312617 a	1.578866 a	2.077145 a
Curimatã	8.482178 b	2.490828 a	2.032854 a	1.594938 b
Dourado	3.972064 c	1.494836 b	2.141348 a	2.216704 a
Gongó	5.196647 c	2.476224 a	3.000985 a	2.250572 a
Mandim	8.205517 b	1.540034 b	1.229253 a	1.447214 b
Matrinxã	7.342399 b	1.000000 b	2.052130 a	2.572820 a
Pacu	4.373201 c	1.165685 b	2.052130 a	1.229253 b
Piau	7.414348 b	2.084836 a	2.004711 a	1.000000 b
Pirá	2.643034 c	1.448528 b	1.658506 a	1.394938 b
Média Geral	6.7635567	1.7792876	1.9723091	1.7537316
CV%	40.56	42.44	35.25	31.46

*Legenda: Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de significância de 5 % de probabilidade ($p < 0,05\%$).

TABELA 1. Comparação de médias relativas às frequências de micronúcleos, *blebbled*, *lobed* e *notched* em espécies de peixes coletadas na região do médio rio São Francisco em Januária-MG

Fonte: Dados da Pesquisa.

A análise estatística dos dados revelou diferença significativa ($p < 0,05$) para a frequência de micronúcleos e alterações morfonucleares nos eritrócitos das espécies ícticas avaliadas. A espécie *R. aspera* (cascudo preto), quando comparada às outras espécies, foi a que apresentou a maior frequência de micronúcleos, seguida por *Prochilodus sp.*, *Pimelodus sp.*, *Brycon sp.* e *Leporinus sp.* (TABELA 1).

As alterações morfonucleares do tipo *blebbed*, *lobed* e *notched* também sugerem indicativos de citotoxicidade. (SOUZA; FONTANETTI, 2006; RIVERO, 2007; AZEVEDO *et al.*, 2012). Observou-se que as maiores frequências das alterações *blebbed* estão nas espécies Cascudo Preto, Curimatã, Gongó e Piau. Para a concentração de *notched*, percebe-se que as espécies mais afetadas foram Cascudo Preto, Dourado, Gongó e Matrinchá. Para a concentração de *lobed*, embora tenha sido observada em todas as espécies avaliadas, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). (TABELA 1).

A espécie *R. aspera* (cascudo preto) está entre as mais afetadas por todas as alterações genéticas morfonucleares. Estes resultados demonstram que a espécie se mostra mais sensível aos agentes teratogênicos, podendo ser elencada como um bioindicador para o monitoramento da qualidade ambiental. (TABELA 1).

Contudo, considerando a vulnerabilidade de *C. conirostris* (Pirá), detectamos nesta espécie o menor nível de dano ao genoma relacionado à ocorrência de micronúcleos e demais alterações morfonucleares. (TABELA 1). O maior nível de dano foi observado em espécies bentônicas, *R. aspera*, *Prochilodus sp.* e *F. marmoratus*. Além disso, *R. aspera* e *Prochilodus sp.*, possuem hábito alimentar iliófago detritívoro, consomem detritos orgânicos que ficam agregados ao sedimento dos rios, onde ficam acumulados diversos poluentes ambientais (PASCHALINI *et al.*, 2019).

4 | CONCLUSÕES

Foi constatada a presença de micronúcleos e alterações morfonucleares, *blebbed*, *lobed* e *notched* em todas as espécies de peixes amostradas. Apesar do pequeno número amostral de animais por espécie, as alterações morfonucleares observadas nos eritrócitos sugerem que a exposição a agentes tóxicos podem causar danos ao genoma, corroborando para a escassez dos estoques de peixes na região do médio rio São Francisco. Estudos complementares como análise de sedimentos e metais, bem como, aumento do número de indivíduos por amostra e avaliação de animais recrutados em ambientes não poluídos são recomendados.

Por fim, almejamos que os resultados desta pesquisa possam também contribuir para a formação de uma postura cidadã ética, alicerçada na sustentabilidade e preservação ambiental da bacia do rio São Francisco que demonstra sinais evidentes de intensa antropização.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais-FAPEMIG, Instituto Federal Norte de Minas Gerais IFNMG - Campus Januária, Laboratório Milenium e Colônia de Pescadores Z2.

REFERÊNCIAS

AL-SABTI, K.; METCALFE, C. D. **Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. Mutation Research.** v. 343, p. 121-135, 1995.

AZEVEDO, J. de S.; BRAGA, E. de S.; RIBEIRO, C. A. O. **Nuclear abnormalities in erythrocytes and morphometric indexes in the catfish *Cathorops spixii* (Ariidae) from different sites on the southeastern Brazilian coast.** Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592012000300005>>. Acesso em: 15 de ago, 2013.

BARBOSA, J.M. et al. **Perfil da ictiofauna da bacia do rio São Francisco.** Acta Fish. Aquat. Res, v. 5 (1): 70-90, Mar, 2017.

CARRASCO, K. R.; TILBURY, K. L.; MYERS, M.S. **Assessment of the piscine micronucleus test as an in situ biological indicator of chemical contaminant effects.** Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, v. 47, p. 2123 -2136, 1990.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice E - Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade.** 2016. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 5 de mai, de 2019.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO – CBHSF (BRASIL). **Caracterização da bacia Hidrográfica- 1ª Parte.** v.1. 360p, 2015. Disponível em:<<http://cbhsaofrancisco.org.br/>>. Acesso em 20 de mar, 2019.

DEUTSCHMANN, B.; KOLAREVIC, S.; BRACK, W.; KAISAREVIC, S.; KOSTIC, J. 2016. **Longitudinal profile of the genotoxic potential of the River Danube on erythrocytes of wild common bleak (*Alburnus alburnus*) assessed using the comet and micronucleus assay B. Science of the Total Environment.**,573: 1441–1449.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia.** v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GRISOLIA, C. K. **Agrotóxicos: mutações, reprodução & câncer; riscos ao homem e ao meio ambiente, pela avaliação de genotoxicidade, carcinogenicidade e efeitos sobre a reprodução.** Brasília, DF: Editora: UnB, 2005.

HICKMAN, C.P.JR.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios Integrados de Zoologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. Cap. 26, p. 481-509.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados.** Disponível em:< <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/januaria.html>>. Acesso em 20 de mar, 2019.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE ICMBIO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014.** Dispõe sobre espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/PORTARIA_N%C2%BA_445_DE_17_DE_DEZEMBRO_DE_2014.pdf>. Acesso em 14 de set, 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013:** resumo executivo / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 68p. : il. - Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2014.

MATSUMOTO, F. E.; CÓLUS, I. M. S. **Micronucleus frequencies in *Astyanax bimaculatus* (Characidae) treated with cyclophosphamide or vinblastine sulfate.** *Genetics and Molecular Biology*. v. 23, p. 489-492, 2000.

MERSCH, J.; BEAUVAIS, M. N.; NAGEL, P. **Induction of micronucleus in haemocytes and gill cells of zebra mussels, *Dreissena polymorpha*, exposed to clastogens.** *Mutation Research*. v. 371, p. 47-55, 1996.

PASCHOALINI AL, SAVASSI LA, ARANTES FP, RIZZO E, BAZZOLI N. **Heavy metals accumulation and endocrine disruption in *Prochilodus argenteus* from a polluted neotropical river.** *Ecotoxicol Environ Saf*. 2019 Mar; 169:539-550.

POLEZA, S. de C. G. L. **Avaliação do efeito do metilmercúrio (CH₃Hg⁺) em *Hoplias malabaricus* através da frequência de aberrações cromossômicas e dos ensaios cometa e micronúcleo.** Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/2938/disserta%C3%A7%C3%A3o%20final%20Sabine%20Poleza.pdf?sequence=1>>. Acesso em 26 de jan, 2013.

PORTO, L. C. S. **Avaliação de metais pesados e micronúcleos em peixes da bacia hidrográfica Butuí-Icamaquã e análise da água.** Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/7>>. Acesso em 26 de jan, 2013.

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.** Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10482/2626>>. Acesso em 26 de jan, 2013.

SOUZA, T. DA S.; FONTANETTI, C. S. **Micronucleus test and observation of nuclear alterations in erythrocytes of Nile tilapia exposed to waters affected by refinery effluents.** *Mutation Research*. v. 605, p. 87-93, 2006. DOI: 10.1016/j.mrgentox.2006.02.010.

VILCHES, M. **Análise Genotóxica do rio Cadeia/RS através do ensaio cometa e teste de micronúcleo e anormalidades nucleares utilizando peixes como bioindicadores.** Disponível em: <<http://ged.feevale.br/bibvirtual/Dissertacao/DissertacaoMelissaVilches.pdf>> Acesso em 26 de jan, 2013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amazônia 59, 63, 74, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Anabanching 47, 48, 56, 57

Análise de resíduos 31, 33, 40

Áreas contaminadas 1, 2, 3, 6, 12

Atlântida 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

B

Baselines 64, 65, 68, 70, 71, 72

Biodegradação 3, 5, 6

Biogeofísica 1, 3, 5

Bioindicadores 14, 22

Biota 14, 15, 72, 76

C

Cidade histórica 23

Contaminante 1, 3, 4, 7, 11, 12

Críticas 23, 24, 25, 26, 27, 29

Cultura oceânica 76, 84

Curva de Keeling 31, 32, 33, 35

Curvas termomagnéticas 1, 3, 7, 8, 9, 10

E

Efeito estufa 32, 34, 45, 67

Espectroscopia de infravermelho 60, 62

Estimação dos parâmetros 31, 33, 39, 41, 42

Estruturas arqueológicas 58, 61, 62

F

Fluvial 47, 48, 49, 56, 57

G

GASBRAS 64, 65, 67, 72

Gás não convencional 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72

Genotoxicidade 14, 15, 16, 21

Geofísica 1, 3, 5, 35

H

Hidrocarbonetos 1, 2, 3, 5, 6, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 86

Hidrossedimentologia 47, 48, 54

I

Ictiofauna 14, 15, 16, 18, 21

IPCC 31, 32

M

Meio físico 4

Micronúcleos 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22

Minerais magnéticos 1, 3, 6, 7, 8, 10, 11

Morfonucleares 14, 16, 17, 18, 19, 20

P

Pantanal 47, 48, 49, 55, 56, 57

Peixes 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 74, 75, 76, 79, 80, 85

Poluentes 3, 14, 15, 20

Previsões 31, 33, 34, 36, 37, 38, 43, 45

Q

Qualidade ambiental 15, 16, 18, 20, 66

R

Recifes 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Rio São Francisco 14, 17, 21

S

Série temporal 31, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Sítios 58, 59, 63

Sócrates 23, 26, 29

Solos 1, 2, 5, 7, 12, 55, 58, 59, 60, 61, 62

V

Vulnerabilidade 20, 64, 65, 69, 71

X

Xenobióticos 14

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 3


Ano 2021

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Geociências: Estabelecimento e Evolução da Civilização Humana 3

 **Atena**
Editora

Ano 2021