



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 Alfnas

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. Lilians 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

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

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 05/02/2021

Hudson de Azevedo Macedo

Secretaria Municipal de Educação de São
Carlos (SME)
São Carlos – SP
<http://lattes.cnpq.br/6353067821826142>
<https://orcid.org/0000-0003-1104-7106>

José Cândido Stevaux

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Programa de Pós-graduação em Geografia
Campus e Três Lagoas - MS
Maringá - PR
<http://lattes.cnpq.br/6786064255704972>

Aguinaldo Silva

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
(UFMS)
Corumbá – MS
<http://lattes.cnpq.br/3911884440040608>
<https://orcid.org/0000-0002-0630-9768>

RESUMO: Neste trabalho, realizamos um estudo preliminar da morfodinâmica do rio Paraguai em um trecho multicanal (*anabranching*) criado por processos deposicionais intracanal nas planícies fluviais que compõem o sistema tronco do Pantanal. O objetivo principal é realizar o balanço hidrossedimentar deste trecho, a fim de compreender os processos erosivos e deposicionais que ocorrem no canal no contexto de um rio *anabranching*. Assim, os levantamentos e análises realizados mostraram que o rio

Paraguai possui morfodinâmica que muda de acordo com o período hidrológico (cheia e seca). A configuração morfológica do rio Paraguai na Ilha Laranjeira provoca uma divisão do fluxo que leva a maiores taxas de sedimentação no canal direito do rio, o que conduziria à anexação da ilha à planície na margem direita do rio. Embora a composição da carga de fundo do rio Paraguai na Ilha Laranjeira não mude de forma geral, a redução da velocidade do fluxo durante a estação seca causa menor competência do rio, que deposita sedimentos mais grossos no canal antes da bifurcação.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrossedimentologia, Pantanal, rio anabranching.

SEDIMENTARY DYNAMICS OF THE PARAGUAY RIVER IN THE LARANJEIRA ISLAND, PANTANAL SUL- MATOGROSSENSE

ABSTRACT: In this work, we performed a preliminary study of the morphodynamics of the Paraguay River in a multichannel reach (*anabranching*) created by intrachannel depositional processes within the fluvial plains that compose the Pantanal trunk system. The main objective is to perform the hydrosedimentary balance of this stretch, in order to understand the erosive and depositional processes that occur in the channel in the context of *anabranching* river. Thus, the surveys and analyzes performed showed that the Paraguay River has morphodynamics that changes according to the hydrological period (flood and drought). The morphological configuration of the Paraguay River on Laranjeira Island causes a division in the

flow that leads to higher sedimentary rates in the right channel of the river, which would lead to the annexation of the island to the plain on the right bank of the river. Although the composition of the bottom load of the Paraguay River on Laranjeira Island does not change generally, the reduction of flow velocity during the dry season causes less river competence, which deposits thicker sediment in the channel before the bifurcation.

KEYWORDS: Hydrosedimentology, Pantanal, anabranching river.

1 | INTRODUÇÃO

O arranjo espacial de canal formam quatro padrões topológicos: reto, sinuoso, entrelaçado e anastomosado (MIALL, 1977; LEOPOLD et al., 1995). Este último também denominado de padrão anabranching (NANSON e KNIGHTON, 1996; NANSON e GIBLING, 2004; CARLING et al., 2014).

Os rios anabranching constituem canais múltiplos devido às várias ilhas que bifurcam o canal principal. Esse padrão ocorre em vários contextos geográficos, independentemente do clima e da geologia da bacia hidrográfica. Embora o sistema anabranching seja o padrão dominante nos maiores rios do mundo (JANSEN e NANSON, 2004; LATRUBESSE, 2008), sua complexidade de formação e evolução exige amplo esforço de pesquisa, especialmente no que diz respeito à hidráulica e hidrosedimentologia. Até recentemente, em vez de pesquisas morfodinâmicas, a maioria dos estudos preocupava-se com a comparação entre vazão de água, tamanho da bacia e padrão de canal (LATRUBESSE; FRANZINELLI, 2005; LATRUBESSE, 2008; CONWAY; MAHÉ, 2009; LATRUBESSE et al., 2009; ASHWORTH; LEWIN, 2012; SINHA et al., 2012; CARLING et al., 2014; REESINK et al., 2014; LATRUBESSE, 2015). No rio Paraguai, no entanto, estudos morfodinâmicos têm avançado no entendimento da multicanalização em sistemas anabranching (MACEDO, 2017; MACEDO et al., 2019).

A multicanalização no rio Paraguai pode ser considerada incipiente se comparada com as dos rios Paraná (LELI, 2015; LELI et al., 2020; NICHOLAS et al., 2012, 2013; REESINK et al., 2014), Negro (LATRUBESSE; STEVAUX, 2015) e Solimões (LATRUBESSE, 2008; LATRUBESSE; FRANZINELLI, 2005), na bacia amazônica, notavelmente devido ao maior número de ilhas fluviais desses últimos. No entanto, a multicanalização contínua do rio Paraguai possui uma hidrosedimentologia peculiar (MACEDO, 2017; MACEDO et al., 2019) o que atrai a atenção para pesquisas de campo. Portanto, este artigo lança novas luzes sobre os estudos morfodinâmicos da planície fluvial Corumbá (ASSINE et al., 2015a) e pode apoiar novas estratégias para o desenvolvimento de simulação numérica computacional útil da hidro e morfodinâmica do rio Paraguai, como os semelhantes aos desenvolvidos para o rio Paraná (por exemplo, NICHOLAS et al., 2012).

1.1 Descrição da área estudada

Este estudo foi realizado na Ilha Laranjeira (Fig.1), localizada no canal do rio

Paraguai, na planície Corumbá (ASSINE et al., 2015a, b; STEVAUX et al., 2020). Este trecho do rio Paraguai faz parte de um dos subsistemas do trato deposicional do Pantanal (planície fluvial do Paraguai) descrito anteriormente por ASSINE et al (2015a). A planície Corumbá está localizada no centro do trato deposicional, cobrindo terras no município de Corumbá-MS, Brasil (ASSINE et al., 2015a). Essa planície é a maior do sistema tronco, com aproximadamente 27 km de largura média e 113 km de comprimento (~ 3.000 km²) e aproximadamente 80% da água drenada pelo Pantanal passa por essa planície.

A ilha Laranjeira está localizada a 110 km a montante do porto da cidade de Corumbá-MS. Essa ilha tem formato ocelar ou elíptico, com o eixo maior medindo aproximadamente 1.767 metros e o eixo menor medindo 470 metros. Seu perímetro mede cerca de 3.760 metros e sua área é de ~ 0,55 km². Suas características morfológicas revelam uma típica ilha de barra central composta (LELI, 2015; LELI et al., 2020) formada pelo acúmulo de depósitos de barra no meio do canal. As marcas de crescimento dessa ilha indicam que ela foi formada a partir de uma ilha central localizada mais ou menos no centro do canal e que esse núcleo cresceu lateralmente (eixo menor) e longitudinalmente (eixo principal). No entanto, datações por meio do método LOE/SAR revelaram que a margem esquerda da ilha é pelo menos 370 anos mais antiga que a margem direita (MACEDO, 2017).

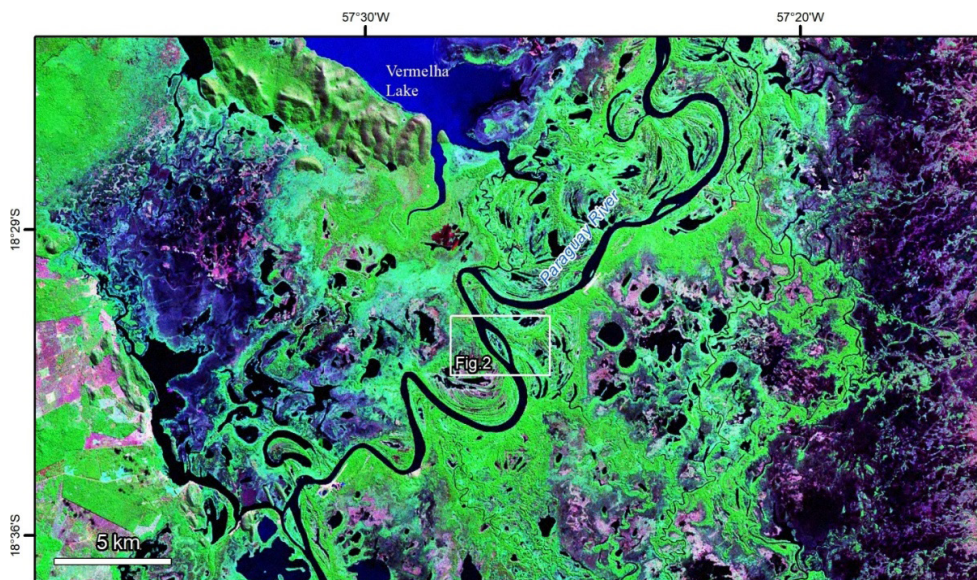


Figura 1 - Mapa de localização do trecho multicanal estudado, na Ilha Laranjeira.

Os depósitos que formam esta ilha são compostos de areia fina a muito fina na base e lama na parte superior (MACEDO, 2017). A idade desses depósitos mostra que essa morfologia foi formada entre 1000 e 800 anos AP, com uma taxa de deposição de 1,7 mm/

ano na margem esquerda e de 0,9 mm/ano na margem direita.

Antes de se bifurcar, o rio Paraguai tem uma largura de 225 metros. Na ponta a montante da ilha, a largura do canal sobe para 620 metros. No centro da ilha, a largura total do canal (adicionando a largura da ilha) é de 880 metros. No extremo a jusante da ilha, a largura diminui para 430 metros, diminuindo para 325 metros quando o rio retorna a canal único, a 200 metros a jusante da cabeceira a jusante da ilha (Fig. 2).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas 4 seções no trecho selecionado para aquisição de dados hidráulicos (perfil transversal, velocidade e direção do fluxo) usando o Perfilador de Corrente Doppler Acústico (RiverRay™ ADCP). Nas mesmas seções foram coletada uma amostra em cada braço do canal e duas amostras (a montante e a jusante da ilha) de material do leito e de água para análise da concentração de sedimentos em suspensão e dissolvidos. As amostras de sedimentos suspensos e dissolvidos foram coletadas no período de água baixa (novembro de 2015) usando um amostrador vertical contínuo para amostragem de toda a coluna de água. Na estação das cheias (agosto de 2014), as águas do rio foram amostradas a uma profundidade máxima de 20 cm. Amostras da carga de fundo foram coletadas usando um amostrador de mandíbulas Van Veen. A quantificação das concentrações de sedimentos em suspensão foi realizada por espectrofotometria (Hach DR2800™). A concentração de sedimentos dissolvidos foi estimada indiretamente por meio das medições da condutividade elétrica da água com uma sonda YSI 556 MS™. A granulometria de carga de fundo foi determinada por método de peneiramento.

Um levantamento batimétrico do trecho foi realizado com uma ecossonda Furuno™. Seções transversais espaçadas a aproximadamente 100 metros foram levantadas no período de cheia (agosto de 2014). Os dados georreferenciados coletados foram transferidos para um Sistema de Informações Geográficas (SIG - ESRI, 2010) e interpolados pelo método de Rede Irregular Triangular (TIN) de Delaunay, que gerou o mapa batimétrico do trecho (Fig. 2).

Os cálculos das descargas sólidas foram feitos com base nos parâmetros hidráulicos (largura, perímetro úmido, vazão e velocidade do fluxo) e parâmetros sedimentológicos (concentração do sedimento e tamanho do grão). As descargas de carga suspensa e dissolvida foram calculadas multiplicando a vazão pela respectiva concentração de sedimentos em unidades adequadas. A descarga da carga do material de fundo foi calculada pelo método de Van Rijn (MACEDO et al., 2017).

Os cálculos do balanço sedimentar e da transferência de água foram realizados subtraindo as descargas líquidas e sólidas da seção a montante pela jusante. Para descarga líquida, caso o resultado dessa subtração for menor ou igual a zero, significa que não houve transferência de água para a planície. Caso contrário, significa que houve transferência e o

valor dessa subtração corresponde à quantidade de água transferida. Com a concentração de sedimentos e a água transferida, o sedimento (suspenso e dissolvido) transferido para planície e para a ilha foram calculados. O mesmo procedimento foi utilizado para cálculos de descarga sólida de fundo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O levantamento batimétrico na estação das cheias (cota de 502 cm na estação Ladário) mostrou que este trecho do rio Paraguai tem uma profundidade média e máxima de 6,30 m e 15,60 m, respectivamente (Fig. 2). Na estação seca, esses valores correspondem, respectivamente, a 4,17 m e 13,47 m. O canal esquerdo é mais profundo, com o talvegue do rio na margem esquerda. Depois da ilha, o talvegue do rio atinge profundidades de quase 16 m. Nesta área, o talvegue permanece associado ao canal esquerdo (Fig. 2), que apresenta as maiores velocidades médias de fluxo (Tab. 1). Os dados batimétricos também revelam que o local de deposição preferencial desse trecho ocorre a montante da ilha, no ramo direito do canal (Fig. 2). Esta localização possui as menores profundidades e o mapa batimétrico mostra depósitos formados na cabeça da ilha.

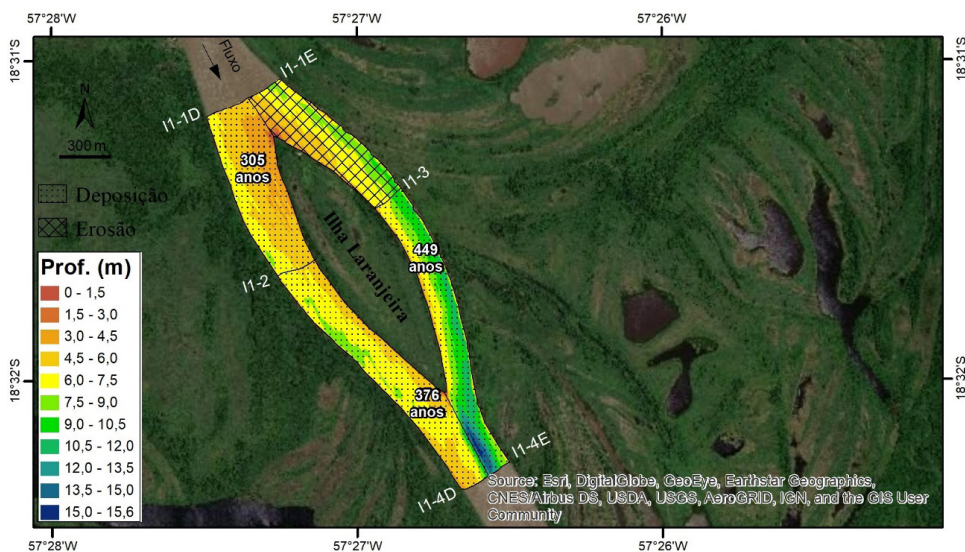


Figura 2 - Localização das seções ADCP e batimetria do rio Paraguai na Ilha Laranjeira. Imagem Basemap do ArcGIS online. Idades representam o tempo para o preenchimento do trecho.

O balanço hidrossedimentológico do trecho superior da ilha, entre as seções I1-1 e I1-2 e I1-3 (Fig. 2), indica para o período de cheia que 33,718 m³/s de água são transferidos para a planície de inundação e para a ilha, correspondendo a uma transferência média

de 250,072 t/ano de sedimentos em suspensão. Essa estimativa é baseada em uma concentração média de 1,48 mg/L e 58 dias/ano, em média, em que o rio está acima de suas margens (MACEDO, 2017). Para o trecho inferior da ilha, entre as seções I1-2 e I1-3 e a seção I1-4 (Fig. 2), os mesmos cálculos mostraram que 47,946 m³/s de água são transportados para a planície de inundação e para a ilha na estação das cheias. Isso equivale a 6,628 t/dia de sedimento em suspensão que podem ser transferidos para a planície de inundação e para a ilha, o que corresponde a 384,424 t/ano, considerando uma concentração média de 1,60 mg/L e 58 dias/ano em que o rio está acima das margens plenas.

Os dados de descarga da carga de fundo (Tab. 2) mostram que o trecho entre antes da bifurcação (I1-1) e após a bifurcação (I1-4) apresenta 103,568 t/dia de deposição no período de cheia. Na estação seca, no entanto, esse valor sobe para 115,754 t/dia, indicando que mais de 40.000 toneladas por ano de sedimentos são depositadas no trecho dos dois canais do rio. Os dados também mostram que cada canal possui uma dinâmica sedimentar específica.

Seção	Vazão (m ³ /s)	Velocid. Média (m/s)	Largura (m)	Prof. Média (m)	Temp (°C)
I1-1E	1.169,137	0,653	289,65	6,25	23,9
I1-1D	1.052,427	0,709	259,08	5,55	23,9
I1-2	1.041,518	0,715	232,80	6,22	23,8
I1-3	1.146,328	0,729	198,70	7,84	23,9
I1-4E	1.448,497	0,735	176,25	10,90	23,8
I1-4D	691,403	0,719	160,22	5,50	23,8
I1-1E	659,625	0,554	270,41	4,54	28,9
I1-1D	526,324	0,542	288,69	3,35	28,9
I1-2	495,437	0,520	238,77	4,21	29,0
I1-3	680,251	0,562	187,94	6,45	28,9
I1-4E	922,531	0,557	183,46	8,78	29,0
I1-4D	251,743	0,500	137,34	3,68	29,0

Tabela 1 - Dados hidráulicos das seções pesquisadas no trecho da Ilha Laranjeira. Veja a Figura 2 para localização das seções. Campos brancos representam medições feitas em Agosto 2014 e os cinza Novembro 2015.

O canal esquerdo (seção I1-3) possui uma velocidade média de fluxo mais alta (Tab. 1), mas carrega menos sedimentos que o canal direito (seção I1-2). Na estação seca, a velocidade do fluxo na seção do canal esquerdo é 7,5% maior que no canal direito, enquanto que na estação das cheias essa diferença diminui para 1,9%. O canal esquerdo (I1-3) carrega 31% menos sedimentos na estação seca e 28% menos no período de cheia que o

canal direito (Tab. 2). As possíveis razões por trás desses achados são que as velocidades médias do fluxo antes da bifurcação I1-1 são maiores no lado direito (I1-1D). Ao dividir a seção I1-1, o lado direito tem uma velocidade média de fluxo de 0,709 m/s, uma vazão igual a 1.052,427 m³/s e uma área úmida de 1.449,91 m², uma vez que o canal é mais raso que o do lado esquerdo. Por outro lado, esses valores para o lado esquerdo são respectivamente 0,653 m/s, 1.169,137 m³/s e 1.771,94 m². Consequentemente, a textura da carga de fundo no lado direito é mais grossa ($D_{50} = 0,2604$ mm) do que a carga de fundo no lado esquerdo ($D_{50} = 0,1686$ mm). Como o canal direito recebe tamanhos de grãos maiores, isso influencia o transporte do sedimento de fundo desse canal, porque o transporte de sedimentos está em função da velocidade do fluxo e do tamanho das partículas, segundo a equação de Van Rijn (MACEDO et al., 2017).

Seção	Csl* (mg/L)	Cdl* (mg/L)	Carga de fundo		Transp. sedim. susp. (t/dia)	Transp. sedim. dissol. (t/dia)	Transp. sedim. fundo. (t/dia)	Transp. total (t/dia)
			D_{50} (mm)	D_{90} (mm)				
I1-1E	1,33	13,0	0,1686	0,2054	134,348	1.313,175	125,217	1.572,740
I1-1D	1,00	14,0	0,2604	0,3888	90,930	1.273,016	281,322	1.645,268
I1-2	2,33	14,0	0,2732	0,3909	209,602	1.259,820	257,816	1.727,238
I1-3	1,25	14,0	0,1868	0,3382	123,803	1.386,598	185,814	1.696,215
I1-4E	1,00	14,0	0,1669	0,2026	125,150	1.752,102	114,288	1.991,540
I1-4D	1,83	14,0	0,2706	0,3971	109,319	836,321	188,683	1.134,323
I1-1E	20	10	0,2559	0,3852	1.139,832	569,916	81,549	1.791,297
I1-1D	20	10	0,2559	0,3852	909,488	454,744	97,839	1.462,071
I1-2	26	11	0,2794	0,3990	1.112,950	470,863	49,806	1.633,619
I1-3	16	9	0,1696	0,2070	940,379	528,963	34,549	1.503,891
I1-4E	26	10	0,1806	0,2908	2.072,374	797,067	27,631	2.897,072
I1-4D	26	10	0,1806	0,2908	565,515	217,506	36,003	819,024

* Csl e Cdl = concentração de carga suspensa e dissolvida, respectivamente.

Tabela 2 - Sedimentologia das seções levantadas no trecho da Ilha Laranjeira. Campos brancos mostram dados na cheia (ago. 2014) e os cinzas na seca (nov. 2015).

O canal direito recebe 46% da vazão, depositando 46,319 t/dia na cheia e 30,918 t/dia na estação seca, tanto na parte superior (35,769 t/dia – entre as seções I1-1D e I1-2) quanto na parte inferior (41,468 t/dia – entre as seções I1-2 e I1-4D). O trecho superior desse canal, entre as seções I1-1D e I1-2, deposita 23,506 t/dia durante a cheia e 48,033 t/dia na seca. Esses resultados mostram que, em média, o trecho superior do canal direito acumula anualmente 13.055,867 toneladas em sedimentos de fundo. O trecho inferior, entre as seções I1-2 e I1-4D, deposita 69,133 t/dia, na cheia, e 13,803 t/dia na estação seca,

correspondendo a deposição de 15.135,820 toneladas por ano. No período de cheia, os dados sedimentológicos também evidenciam que o trecho superior do canal direito perde cerca de 8,35% de sua capacidade, apesar de aumentar sua competência em 0,0128 mm. Por outro lado, seu trecho inferior apresenta uma pequena redução de sua competência (0,0026 mm), com uma maior redução de sua capacidade (26,81%). Essas modificações se intensificam na estação seca, quando o trecho superior perde 49,09% da capacidade e 0,0235 mm de competência, enquanto as perdas na parte inferior são respectivamente 27,71% e 0,0988 mm.

O canal esquerdo como um todo exibe variação sazonal da deposição. A taxa média de deposição é de 5,464 t/dia durante a cheia e 26,959 t/dia durante a estação seca. Seu trecho superior (seção I1-1E e seção I1-3) mostra uma erosão de 60,597 t/dia no período das cheias e de 47 t/dia na estação seca, o que leva a uma taxa média de erosão de 2.481,452 toneladas por ano. O trecho inferior (da seção I1-3 à seção I1-4E) deposita 71,526 t/dia, na cheia, e 6,918 t/dia na estação seca, correspondendo a uma taxa média de deposição anual de 14.316,030 toneladas. Portanto, o trecho superior do canal esquerdo aumenta a capacidade (48,39%) e a competência (0,0182 mm) durante a cheia. Na estação seca, ocorre uma inversão e o canal perde capacidade (57,63%) e competência (0,0863 mm). Alternativamente, o trecho inferior desse canal perde capacidade (38,49%) e competência (0,0199 mm) na cheia, mas ganha competência (0,011 mm) e perde capacidade (20,02%) na estação seca.

Os resultados hidrossedimentares mostram que o processo deposicional no canal direito é mais intenso do que o verificado no canal esquerdo. Portanto, a evolução da ilha pode encaminhar para a anexação à planície de inundação do lado direito por meio de assoreamento. Assumindo taxas de sedimentação constantes e a batimetria do rio, estimamos o intervalo de tempo necessário para esta anexação. O mapa mostrado na Fig. 2 indica que, com as taxas atuais de deposição, o primeiro local a ser preenchido pode ser o trecho superior do canal direito, daqui a cerca de 300 anos. Posteriormente, seu trecho inferior pode ser assoreado após quase 380 anos. No entanto, é importante destacar que as mudanças na morfologia do canal resultam em mudanças na hidrossedimentologia, portanto, esse esquema evolutivo é realmente simplificado demais. Embora as estimativas indiquem que o trecho inferior do canal esquerdo pode ser assoreado, isso pode não ser o caso, pois o preenchimento do canal direito também pode alterar a hidrodinâmica complexa do rio. Portanto, nossos dados e prognóstico evolutivo da morfodinâmica indicam que a Ilha Laranjeira pode estar ligada à planície de inundação dentro de 300 a 400 anos no futuro, fazendo o rio Paraguai fluir em um único canal.

4 | CONCLUSÕES

Na ilha Laranjeira, o rio Paraguai não apresenta, de modo geral em todo o trecho,

mudança da composição da carga de fundo de acordo com o período hidrológico, pois a ilha está localizada no início do primeiro compartimento do rio Paraguai (MACEDO, 2017), região na qual a planície Corumbá ainda não se alargou e que possui grande troca hídrica com a bacia de inundação. Apesar disso, a carga de fundo no canal antes de se bifurcar é mais grossa no período de seca, pois nesse compartimento do rio Paraguai, o canal perde potência na seca e com isso os sedimentos maiores ficam retidos nesse trecho da ilha.

O rio Paraguai na ilha Laranjeira é um local de constantes trocas sedimentares com sua planície, onde mais de 300 t/ano de sedimento suspenso são transferidas à bacia de inundação na cheia. A carga de fundo do braço direito dessa ilha é mais grossa que o braço esquerdo, apesar de este apresentar velocidades de fluxos maiores, o que poderia significar maior potência de canal. No entanto, as potências nesses canais praticamente se igualam e este fator não é o responsável pela diferença no tamanho da carga de fundo. O fator que parece levar a essa diferença é a bifurcação do fluxo na cabeceira montante da ilha, o qual é mais veloz em seu lado direito.

Portanto, a configuração morfológica do rio Paraguai na ilha Laranjeira provoca divisão no fluxo que leva a maiores taxas sedimentares no braço direito da ilha, que estaria evoluindo para a anexação desta à planície na margem direita do rio. Apesar de a composição da carga de fundo do rio Paraguai na ilha Laranjeira não sofrer modificação de modo geral, a diminuição da velocidade de fluxo no período de seca acarreta menor competência do rio, que passa a depositar sedimento mais grosso no canal antes da bifurcação. Com isto, o canal após a ilha apresenta carga de fundo mais fina, já que as partículas maiores ficam retidas na cabeceira montante da ilha. Diminuição do calibre da carga de fundo também ocorre no braço esquerdo da ilha Laranjeira na seca.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP (2014/06889-2), ao CNPq (443437/2014-9; 431253/2018-8) e à FUNDECT (TO: 083/2016) pelo apoio financeiro às nossas pesquisas na Bacia do Pantanal. Ao CNPq pelas bolsas ao primeiro (CNPq 169329/2017-8) e segundo autores (CNPq 304863/2015). Nossos sinceros agradecimentos ao professor Fabiano Tomazini e ao Dr. Eder Spatti pelo apoio na análise de amostras de água no Laboratório de Geoquímica Ambiental - LAGEA, do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, da Universidade Estadual Paulista - UNESP de Rio Claro. Agradecemos também ao professor Dr. Fernando H. M. Portelinho por disponibilizar o Laboratório de Mecânica e Geotecnia de Solos, do Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar; e o técnico Sidnei Muzetti, pelo apoio prestado na realização dos testes de análise granulométrica das amostras de sedimentos do fundo do rio Paraguai.

REFERÊNCIAS

ASHWORTH, P.J.; LEWIN, J.. How do big rivers come to be different? **Earth Sci. Rev.**, v.114, n.1-2, p.84-107, 2012. DOI: 10.1016/j.earscirev.2012.05.003.

ASSINE, M.L.; MERINO, E.R.; PUPIM, F.N.; MACEDO, H.A.; SANTOS, M.G.M. The Quaternary alluvial systems tract of the Pantanal Basin, Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, v.45, n.3, p.475-489. 2015a. DOI: 10.1590/2317-4889201520150014.

ASSINE, M.L.; MACEDO, H.A.; STEVAUX, J.C.; BERGIER, I.; PADOVANI, C.R.; SILVA, A. Avulsive Rivers in the Hydrology of the Pantanal Wetland. In: Ivan Bergier e Mario ASSINE (ed.), **Dynamics of the Pantanal wetland in South America**, Hdb Env Chem, v.37, p.83-110, 2015b. DOI: 10.1007/698_2015_351.

CARLING, P.; JANSEN, J.; MESHKOVA, L. Multichannel rivers: their definition and classification. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.39, p-26-37, 2014. DOI: 10.1002/esp.3419

CONWAY, D.; MAHÉ, G.. River flow modelling in two large river basins with non-stationary behavior: the Paraná and the Niger. **Hydrological Processes**, v.23, n.22, p.3186-3192, 2009. DOI: 10.1002/hyp.7393.

ESRI. **Environmental System Research Institute**. 2010. ArcGIS 10. Redlands – California.

JANSEN, J. D; NANSON, G.C.. Anabranching and maximum flow efficiency in Magela Creek, northern Australia, **Water Resour. Res.** v.40, W04503, 2004. doi: 10.1029/2003WR002408.

LATRUBESSE, E. Patterns of anabranching channels: The ultimate end-member adjustment of mega rivers. **Geomorphology**, v.101, n.1-2, p.130-145, 2008.doi:10.1016/j.geomorph.2008.05.035.

LATRUBESSE, E.. Large rivers, megafans and other Quaternary avulsive fluvial systems: A potential "who's who" in the geological record. **Earth-Science Reviews**, v.146, p.1-30, 2015.

LATRUBESSE, E.; FRANZINELLI, E.M..The late Quaternary evolution of the Negro River, Amazon, Brazil: implications for island and floodplain formation in large anabranching tropical systems. **Geomorphology**, v.70, n.3-4, p.372-397, 2005.

LATRUBESSE, E.M.; AMSLER, M.; MORAIS, R.P.; AQUINO, S.. The geomorphic responses of large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American tropics: The case of the Araguaia River. **Geomorphology**, v.113, n.3-4, p.239-252, 2009.

LATRUBESSE, E.M.; STEVAUX, J.C.. The Anavilhanas and Mariuá Archipelagos: Fluvial Wonders from Negro River, Amazon Basin. In: **Landscapes and Landforms of Brazil**. Org. por Vieira, B.C, Salgado, A.A.R., Santos, L.J. ed. Springer. 2015. DOI: 10.1007/978-94-017-8023-0_14

LELI, I.T. **Gênese, evolução e geomorfologia das ilhas e planície de inundação do alto rio Paraná**. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) - UNESP, Rio Claro-SP, 2015.

LELI, I.T., STEVAUX J.C., ASSINE, M.L.. Origin, evolution, and sedimentary records of islands in large anabranching tropical rivers: The case of the Upper Paraná River, Brazil. **Geomorphology**, v.358, 107118, 2020. DOI: 10.1016/j.geomorph.2020.107118.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial processes in geomorphology**. New York: Dover Publication. 1995.

MACEDO, H.A. **Evolução geomorfológica da e dinâmica hidrossedimentar da planície fluvial Paraguai-Corumbá, Quaternário do Pantanal**. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) - UNESP Rio Claro-SP, 2017, 193p.

MACEDO, H.A.; STEVAUX, J.C.; ASSINE, M.L.; SILVA, A.; PUPIM, F.N.; MERINO, E.R.; LO, E. Calculating bedload transport in rivers: concepts, calculus routine and application. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.18, n.4, p.813-824, 2017a. DOI: 10.20502/rbg.v18i4.1227.

MACEDO, H.A.; STEVAUX, J.C.; ASSINE, M.L.; SILVA, A.; MERINO, E.R.; LO, E.. Hydrosedimentology of the Paraguay River in the Corumbá fluvial reach, Pantanal wetland. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.20, n.2, p. 255 – 271, 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i2.1500.

MIALL, A.D. A review of the braided-river depositional environment. **Earth Science Review**, v.13, n.1, p.1-62, 1977.

NANSON, G.C.; KNIGHTON, A.D. Anabranching rivers: their cause, character and classification. **Earth Surface Processes and Landforms**, v.21, p.217-239, 1996.

NANSON, G.C.; GIBLING, M.R. Anabranching and anastomosing rivers. In: A.S. Goudie (ed.) **Encyclopedia of geomorphology**, v.1. Routledge: London; p.23–25. 2004.

NICHOLAS, A. P.; SANDBACH, S. D.; ASHWORTH, P. J.; AMSLER, M. L.; BEST, J. L.; HARDY, R. J.; LANE, S. N.; ORFEO, O.; PARSONS, D. R.; REESINK, A. J. H.; SMITH, G. H. S.; SZUPIANY, R. N.. Modelling hydrodynamics in the Rio Paraná, Argentina: An evaluation and inter-comparison of reduced-complexity and physics based models applied to a large sand-bed river. **Geomorphology**, v.169-170, p.192-211, 2012. doi:10.1016/j.geomorph.2012.05.014

NICHOLAS, A.P.; ASHWORTH, P.J.; SAMBROOK SMITH, G.H.; SANDBACH, S.D.. Numerical simulation of bar and island morphodynamics in anabranching megarivers. **Journal of Geophysical Research: Earth Surface**, v.118, p.2019-2044, 2013. DOI: 10.1002/jgrf.20132, 2013

REESINK, A. J. H.; ASHWORTH, P. J.; SAMBROOK SMITH, G. H.; BEST, J. L.; PARSONS, D. R.; AMSLER, M. L.; HARDY, R. J.; LANE, S. N.; NICHOLAS, A. P.; ORFEO, O.; SANDBACH, S. D.; SIMPSON, C. J.; SZUPIANY, R. N.. Scales and causes of heterogeneity in bars in a large multi-channel river: Rio Parana, Argentina. **Sedimentology**, v.61, n.4, p.1055-1085, 2014. DOI: 10.1111/sed.12092

SINHA, R.; LATRUBESSE, E.; NANSON, G.. Quaternary fluvial systems of tropics: major issues and status of research. **Palaeogeography, palaeoclimatology palaeoecology**, v.356-357, p.1-15, 2012. DOI: 10.1016/j.palaeo.2012.07.024

STEVAUX, J.C., MACEDO, A.H., ASSINE, M.L., SILVA, A.. Changing fluvial styles and backwater flooding along the Upper Paraguay River plains in the Brazilian Pantanal wetland. **Geomorphology**, v. 358, 106906, 2020. DOI: 10.1016/j.geomorph.2019.106906.

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