

PALEONTOLOGIA CONTEMPORÂNEA: DIFERENTES TÉCNICAS E ANÁLISES



Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

PALEONTOLOGIA CONTEMPORÂNEA: DIFERENTES TÉCNICAS E ANÁLISES



Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)


Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale 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
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª 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
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª 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
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª 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. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª 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
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª 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

Paleontologia contemporânea: diferentes técnicas e análises

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Luiza Alves Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Luis Ricardo Fernandes da Costa

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

P156 Paleontologia contemporânea [recurso eletrônico] : diferentes técnicas e análises / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-65-5706-400-9
DOI 10.22533/at.ed.009201809

1. Paleontologia. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

É com muito prazer que divulgamos a obra “Paleontologia Contemporânea: Diferentes Técnicas e Análises”, que apresenta uma série de oito artigos que tratam diferentes abordagens e estudos de caso sobre esse importante ramo das geociências.

A abertura do livro, com o capítulo “Abordagem interdisciplinar no ensino de paleontologia: uma experiência com invertebrados fósseis”, elabora e discute estratégias interdisciplinares para o uso de fósseis da bacia do Parnaíba para incentivar o ensino de matemática e física em nível básico.

Ainda na perspectiva das práticas de ensino, no capítulo 2 “Percepções sobre patrimônio paleontológico e educação baseada no local em geociências” os autores procuram entender como os fósseis e pedreiras são percebidos pelos estudantes que vivem no assentamento Mocambo, zona rural de José de Freitas, Piauí.

No capítulo 3 “Mecanismo para simular o caminhar de um Braquiossauro” é apresentado um estudo que identifica um método para simular a caminhada do braquiossauro com o objetivo de desenvolver um braquiossauro mecânico semelhante.

No capítulo 4 “Classificação sistemática de bivalves fósseis do Cretáceo superior da Bacia Bauru - Formação Presidente Prudente, da região de Presidente Prudente - SP” apresenta uma classificação sistemática de bivalves fósseis coletados na região, em afloramento da Formação Presidente Prudente. A pesquisa contou com estudos bibliográficos, coleta de informações e análises laboratoriais.

No capítulo 5 “Tafonomia atualística descritiva dos sedimentos da Baía de Todos os Santos (BA)” teve como objetivo investigar os processos tafonômicos atuantes nos sedimentos da Baía de Todos os Santos, a fim de verificar sua relação com as condições ambientais da área de estudo.

Nos capítulos 6 “Reconstituição paleoambiental através de fitólitos no sambaqui Casa de Pedra, São Francisco do Sul-SC, Brasil” e 7 “Reconstituição paleobiogeoclimática da Gruta Pau-ferro, Minas Gerais, Brasil, através da análise de fitólitos”, são abordados estudos que utilizaram como base metodológica a utilização de fitólitos. O primeiro analisou o sambaqui de Casa de Pedra (São Francisco do Sul), em Santa Catarina, com o objetivo de interpretar aspectos do paleoambiente. O segundo procura contribuir com a reconstituição paleoclimática da Serra do Espinhaço Meridional durante o Quaternário, utilizando os fitólitos como *proxy* principal.

Para o encerramento da presente obra, o leitor é agraciado com importante contribuição intitulada “Dinossauros do Cariri na literatura infantojuvenil brasileira” onde analisa quais dinossauros brasileiros aparecem em narrativas literárias infantojuvenis disponíveis no país.

Dessa forma, a coleção de artigos da presente obra abre possibilidades para a divulgação de mais trabalhos na área da Paleontologia e áreas afins, tão importante e ainda pouco explorada em território brasileiro.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE PALEONTOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA COM INVERTEBRADOS FÓSSEIS

Jairo Gabriel da Silva Nascimento

Érico Rodrigues Gomes

DOI 10.22533/at.ed.0092018091

CAPÍTULO 2..... 15

PERCEPÇÕES SOBRE PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO E EDUCAÇÃO BASEADA NO LOCAL EM GEOCIÊNCIAS

Jairo Gabriel da Silva Nascimento

Érico Rodrigues Gomes

DOI 10.22533/at.ed.0092018092

CAPÍTULO 3..... 30

MECANISMO PARA SIMULAR O CAMINHAR DE UM BRAQUIOSSAURO

Fabio da Silva Bortoli

Carlos Frajuca

DOI 10.22533/at.ed.0092018093

CAPÍTULO 4..... 38

CLASSIFICAÇÃO SISTEMÁTICA DE BIVALVES FÓSSEIS DO CRETÁCEO SUPERIOR DA BACIA BAURU - FORMAÇÃO PRESIDENTE PRUDENTE, DA REGIAO DE PRESIDENTE PRUDENTE - SP

Donato Jesus Martucci Neto

Sabrina Coelho Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.0092018094

CAPÍTULO 5..... 47

TAFONOMIA ATUALÍSTICA DESCRITIVA DOS SEDIMENTOS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS (BA)

Carolina de Almeida Poggio

José Maria Landim Dominguez

Paulo de Oliveira Mafalda Junior

DOI 10.22533/at.ed.0092018095

CAPÍTULO 6..... 61

RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL ATRAVÉS DE FITÓLITOS NO SAMBAQUI CASA DE PEDRA, SÃO FRANCISCO DO SUL-SC, BRASIL

Heloisa Helena Gomes Coe

Dione da Rocha Bandeira

Giliane Gessica Rasbold

Rosa Cristina Corrêa Luz de Souza

Karina Ferreira Chueng

Raphaella Rodrigues Dias

David Oldack Barcelos Ferreira Machado

Jessica Ferreira
Celso Vieira Voss
Julio Cesar de Sá

DOI 10.22533/at.ed.0092018096

CAPÍTULO 7..... 86

RECONSTITUIÇÃO PALEOBIOGEOCLIMÁTICA DA GRUTA PAU-FERRO, MINAS GERAIS, BRASIL, ATRAVÉS DA ANÁLISE DE FITÓLITOS

Karina Ferreira Chueng
Heloisa Helena Gomes Coe
Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos
Evelyn Aparecida Mecenero Sanchez
Ana Clara Mendes Caixeta

DOI 10.22533/at.ed.0092018097

CAPÍTULO 8..... 101

DINOSSAUROS DO CARIRI NA LITERATURA INFANTOJUVENIL BRASILEIRA

Lana Luiza Maia Feitosa Sales
Maria Helena Hessel
José de Araújo Nogueira Neto

DOI 10.22533/at.ed.0092018098

SOBRE O ORGANIZADOR..... 110

ÍNDICE REMISSIVO..... 111

CAPÍTULO 1

ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE PALEONTOLOGIA: UMA EXPERIÊNCIA COM INVERTEBRADOS FÓSSEIS

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 01/06/2020

Jairo Gabriel da Silva Nascimento

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1212484978899062>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0397-3153>

Campinas University (UNICAMP) - Campinas,
São Paulo, Brazil

Érico Rodrigues Gomes

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7804518918824528>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1942-1396>

Federal Institute of Education, Science and
Technology of Piauí, Teachers Formation
Department, Geology and Palaeontology
Laboratory.
Teresina – Piauí, Brazil

RESUMO: Atualmente, o ponto alto do processo de ensino-aprendizagem é a educação interdisciplinar, que visa integrar diferentes áreas, a fim de construir uma visão holística sobre um assunto específico. Considerando a paleontologia, como uma ciência altamente integrada, que utiliza muitos processos de análise, elaboramos uma estratégia interdisciplinar para o uso de fósseis de invertebrados da bacia do Parnaíba para introduzir o ensino de matemática e física. Esses fósseis são armazenados no acervo do Laboratório de Geologia e Paleontologia do Instituto Federal do Piauí. Os fósseis de *Wilkingia terminalis* e *Oriocrassatela piauiensis* - mostrando linhas de crescimento e ornamentação - foram usados para explicar funções quadráticas e construção de parábolas.

Phylloporidinae sp. Os fósseis (briozoários) foram utilizados para aproximar pontos e construir linhas, principalmente por causa de seus caracteres morfológicos, mostrando raios lineares organizados em 7-8 séries. A análise estatística foi usada para ensinar sobre diversidade biológica dentro dos fósseis identificados por nível de gênero e espécie e também discutida sobre sistemas de medição (altura, comprimento, obesidade e outros parâmetros). Ao trabalhar com bivalves desconexos, foi possível discutir sobre os tipos de ângulos presentes nas conchas. Antes do *workshop*, 90% dos participantes não conheciam e não podiam definir um fóssil, e era necessária uma apresentação prévia desses conceitos paleontológicos. Após a aplicação do *workshop*, os participantes disseram que nunca haviam trabalhado com fósseis em suas aulas de matemática, nos quais 85% disseram que essa estratégia era eficiente e estimulou a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos, ajudando-os a obter uma formação científica mais autônoma. Além disso, 63% dos participantes avaliaram o nível de interdisciplinaridade discutido no curso de curta duração com uma nota de 9. O ensino de paleontologia pode ser aplicado não apenas às Geociências, mas também às ciências exatas, exigindo uma associação entre estas áreas. A associação interdisciplinar ainda pode despertar no aluno uma visão científica. Assim, este trabalho propõe uma base para o ensino científico, obtido a partir da observação e elaboração de explicações, trazendo possibilidades efetivas para o ensino de ciências, matemática, física e paleontologia nos cursos de nível básico e superior.

PALAVRAS-CHAVE: Paleoinvertebrados, Paleozoologia, Abordagem de Ensino, Matemática, Interdisciplinaridade.

INTERDISCIPLINARY APPROACH ON PALAEONTOLOGY TEACHING: AN EXPERIENCE WITH INVERTEBRATE FOSSILS

ABSTRACT: Currently, the highpoint of the teaching-learning process is the interdisciplinary education, which aims to integrate different areas in order to build a holistic view about a specific subject. Considering paleontology, a high integrated science, that uses many analysis processes, we came up with an interdisciplinary strategy for using invertebrate fossils from Parnaíba basin to enchain mathematics and physics teaching. These fossils are stored at the collection of Geology and Palaeontology Laboratory of the Federal Institute of Piauí. *Wilkingia terminalis* and *Oriocrassatela piauiensis* fossils -showing growth lines and ornamentation- were used to explain quadratic functions and parabola building. *Phylloporidinae* sp. (Bryozoa) fossils were used to approach dots and construction of lines, mainly because of their morphological characters showing linear rays organized in 7-8 sets. Statistical analysis were used to teach about biological diversity within the fossils identified to genus and species level, and also discussed about measurement systems (height, length, obesity and others parameters). When working with disjointed bivalves, it was possible to discuss about the kinds of angles present in the shells. Before the workshop, 90% of the participants did not know and could not define a fossil, and a prior presentation of these paleontological concepts was necessary. After the workshop application, the participants said they had never worked with fossils in their math classes, in which 85% said that this strategy was efficient and stimulated the students' curiosity and critical thinking, helping them to gain a more autonomous scientific formation. In addition, 63% of the participants rated the level of interdisciplinarity discussed in the short-course with a grade of 9. The teaching of paleontology can be applied not only to the Geosciences, but also to the exact sciences, thus requiring an association between these areas. The interdisciplinary association can still awake in the student a scientific vision. Thus, this work proposes a basis for scientific teaching, that is obtained from the observation and elaboration of explanations, bringing effective possibilities to the teaching of sciences, mathematics, physics and paleontology in basic and higher-level courses.

KEYWORDS: Paleoinvertebrates, Paleozoology, Teaching approach, Mathematics, Interdisciplinarity.

1 | INTRODUÇÃO

O ensino interdisciplinar tem sido um dos pontos fortes nos métodos de ensino-aprendizagem atuais. A utilização de ferramentas integrativas entre áreas que são aparentemente desconexas, a fim de resolver questões do dia-a-dia tem sido utilizada por muitos educadores.

Metodologias interdisciplinares vem com a finalidade de integrar a especificidade de cada área e obter uma resolução completa, no entanto, aplicar metodologias como essas podem ser complexas. Essa atribuição dada aos processos interdisciplinares vem da crescente fragmentação do conhecimento, levando a uma compreensão incompleta

de processos e principalmente da realidade que vivemos. Leff (2011) discute que a interdisciplinaridade implica processos de inter-relação em que os conhecimentos e práticas transpassam o campo das disciplinas, como a conhecemos, e relaciona as possibilidades de articulação do conhecimento em torno de um objeto. Assim esse campo metodológico-filosófico surge como um campo de colaboração, em que se torna possível conectar as diversas áreas dos saberes dentro de projetos que envolvam essas diferentes componentes curriculares, mas também que envolvam as práticas não-científicas que incluem as instituições e atores sociais diversos (MORIN, 1996; MORIN, 2003; LEFF, 2011; CORREIA *et al.*, 2014).

A interdisciplinaridade tornou-se bastante discutida por conta de propostas que buscam integrar os blocos curriculares atuais, ou seja, através de políticas veiculadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelas antigas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's) os educadores tomam consciência e passam a buscar por metodologias que possam integrar diferentes áreas. A realização de Aprendizagem Baseados em Projetos (PAB's), emergem como uma solução à essa demanda curricular adicionada à realidade dos professores, em que a partir das fissuras geradas entre as disciplinas possam ser realizados métodos que busquem a possibilidade de reintegração de saberes, como também fornecer visões holísticas acerca do mundo que vivemos através do ensino (CAMPOS, 2011).

No entanto compreendemos que os métodos interdisciplinares podem ir além da realização de projetos longos e bem planejados, no qual podem ser realizadas intervenções agregadas às aulas teóricas e exposições tradicionais, condicionada a novos elementos não convencionais que busquem integrar de maneira efetiva e holística o conhecimento. Dessa forma objetivamos pesquisar como são possíveis a realização de práticas de ensino interdisciplinar entre Paleontologia e Matemática, considerando que esta deva ser uma abordagem múltipla, que possa ser desenvolvida por educadores de distintas formações.

2 | A PALEONTOLOGIA COMO UMA CIÊNCIA INTERDISCIPLINAR

A paleontologia como ciência nasceu no berço das ciências da natureza, ao fim do século XIX, e atrelada a outras ciências. Ao fim do século XIX com a grande descoberta de fósseis encontrados em rochas, principalmente em depósitos Jurássicos da Alemanha (*e.g. Solnhofen deposit*) muitos geólogos começam a se dedicar no estudo desses seres preservados como rochas (RUDWICK, 2018).

Os fósseis, quando foram primeiramente estudados, eram utilizados como ferramenta de interpretação ambiental (*e.g. cunho estratigráfico* abordado por Smith - Bioestratigrafia) para as ciências geológicas, de maneira que neste momento, não era atribuída muita relevância para a biologia desses organismos. Contudo no início do século XX, o estudo dos fósseis passa a focar no conhecimento biológicos desses organismos, com o início de estudos de morfologia comparada, conduzidos pelo Biólogo Francês Georges Cuvier (RUDWICK, 2018).

Aos poucos a paleontologia, que ainda não tinha um nome, passou a ser um campo compartilhado entre as Faculdades Europeias nos cursos de Geologia e Biologia. Assim o desenvolvimento da Paleontologia seguiu separadamente com estudos focados em alguns grupos biológicos, com os quais foram definidas as áreas de Paleozoologia (*e.g.* estudo de animais fossilizados, iniciado por Cuvier) e Paleobotânica (*e.g.* estudo de plantas fossilizadas), culminando com a proposição do termo ‘*paléontologie*’, vindo do Francês, a fim de discriminar a ciência que estuda os fósseis (RUDWICK, 2018).

Renzi (1981) destaca que a Paleontologia é um campo do conhecimento muito complexo (Figura 1), composta por distintas áreas, tendo sido necessário compreender como cada uma dessas é imprescindível para as resoluções paleontológicas. Atualmente o campo de pesquisa paleontológica abrange as tradicionais áreas de Geologia e de Biologia, mas agregam a si métodos analíticos químicos, físicos, matemáticos e de outras áreas que em muito contribuem aos estudos (CACHÃO; SILVA, 2004).

Assim destacamos o papel da paleontologia como uma ciência altamente conectada a múltiplos saberes, de maneira que muitas inferências paleontológicas, sejam elas taxonômicas, tafonômicas, bioestratigráficas, paleoecológicas necessitam de uma ampla gama de saberes em seu desenvolvimento. Haja visto esse contexto, a ciência paleontológica demonstra em sua história e processos de análises forte alinhamento às metodologias interdisciplinares, articulando possibilidades de distintas áreas a fim de uma resolução holística (*e.g. multi-proxies*).

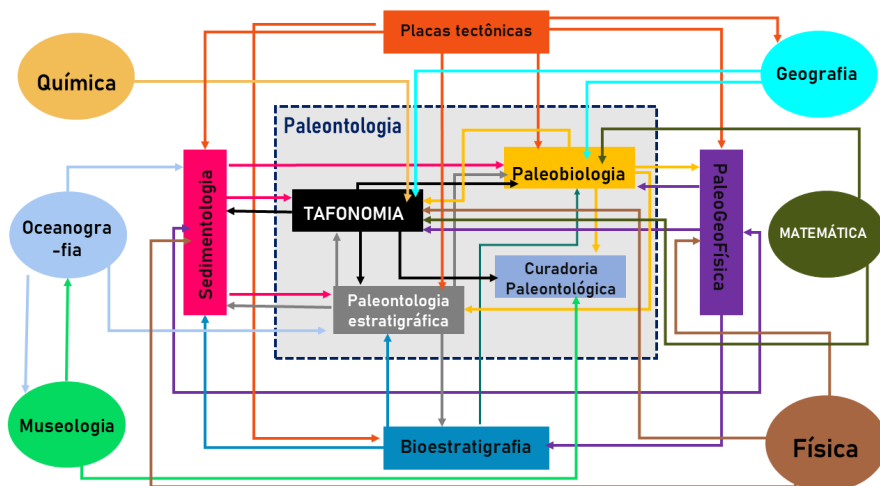


Figura 1. Inter-relações entre os campos de estudo que contribuem ao estudo paleontológico, em que é possível verificar afinidades com múltiplas ciências e não somente as ciências da natureza, como visto durante o início da Paleontologia (Modificado de RENZI, 1981).

Os fósseis de animais invertebrados têm seu destaque desde os primórdios da Paleontologia como ciência, esses organismos foram fundamentais para o estabelecimento de muitas subáreas e para o próprio desenvolvimento do conhecimento paleontológico. Inicialmente esses organismos eram estudados apenas para delimitação ambiental, ou seja, eram encontrados em depósitos que demonstravam características de ambientes marinhos, delimitando ambientes marinhos e não-marinhos.

Contudo, os invertebrados foram também responsáveis pelo desenvolvimento do delineamento bioestratigráfico, em que Smith e Abel (1904) notaram que certas espécies de Amonitas só ocorriam em certos pontos da sequência estratigráfica, de maneira que as porções mais superiores eram relativas a um período diferente das camadas inferiores. A ocorrência de espécies nessas zonas bem definidas auxiliou na definição de zonas com datação baseada em fósseis-guia que tinha sua ocorrência somente em determinado ponto, o que hoje conhecemos como datação relativa.

Posteriormente os mesmos organismos foram os protagonistas de outra subárea da Paleontologia. As análises tafonômicas (*e.g.* bioestratinômicas e diagenéticas) também tiveram em seu nascimento o uso de invertebrados, esses invertebrados registravam em suas conchas processos ambientais sofridos e até durante o processo de preservação.

Os invertebrados possuíram grande diversidade ao longo de todo o tempo geológico, no entanto, o apogeu de alguns grupos se deu durante o período Paleozoico. Esse período foi dominado por mares, variações climáticas que deram origem a mares epicontinentais (*e.g.* sobre o continente) e *seaways* que deu a esses organismos uma série de novos ambientes em que esses puderam se disseminar, tornando-se a fauna dominante.

Ao longo da evolução do tempo geológico esses organismos passaram por muitas mudanças aumentando a sua diversidade biológica, morfológica, morfométrica, geográfica e ecológica, dando a esses organismos adaptações para sobrevivência nos mais adversos ambientes e condições climáticas.

3 | FÓSSEIS DE INVERTEBRADOS UTILIZADOS

Os fósseis utilizados na presente pesquisa compreendem a espécimes provenientes da Formação Piauí, Bacia do Parnaíba. A unidade litoestratigráfica em que esses organismos foram coletados corresponde a um depósito carbonático atribuído ao Neocarbonífero (Pensilvaniano: Bashkiriano-Gzheliano), esses organismos pertencem aos Filos Mollusca, Brachiopoda e Bryozoa.

Os moluscos correspondem ao Filo mais bem conhecido entre os animais invertebrados, que correspondem a organismos conchíferos que podem ser compostos por peças esqueléticas únicas (univalves), duas peças esqueléticas (bivalves) ou ainda múltiplas peças (RUPPERT; BARNNES, 2003; CAMACHO, 2007). Dos organismos preservados nas rochas da Formação Piauí, mais de 60% da diversidade é de moluscos,

apresentando um total de 21 espécies identificadas. Os moluscos, por sua vez, possuem uma representatividade das classes Bivalvia e Gastropoda, os bivalves são representados por duas subclasses com 12 espécies: a) a subclasse Heteroconchia é representada pelas espécies (Figura 2) *Wilkingia terminalis*, *Oriocrassatella piauiensis*, *Astartella concêntrica*, *Astartella subquadrata*, *Schizodus acuminatus*, *Schizodus alpinus*, *Schizodus ulrichi*, *Sanguinolites sp.* e *Pleurophorella parnaibensis*. A subclasse b) Pteriomorpha é representada pelas espécies *Etheripecten trichotomus*, *Pindorama nordestina* e *Septimyalina perattenuata* (ANELLI, 1999; ANELLI *et al.*, 2002; 2009; 2012; NASCIMENTO *et al.*, 2018b).

Os gastrópodes são organismos que possuem concha univalve (de peça única), bastante lembrados por terem conchas com revoluções e giros durante seu crescimento, dentre as espécies identificadas estão *Straparolus batistai*, *Orthonema sp.*, *Bellerophon sp.* e *Wortemia tabulata*.

Já os Braquiópodes são organismos conchíferos, que diferenciam dos moluscos pela presença do lofóforo e pela composição organofosfática das conchas. Esses organismos são bivalves (com duas conchas) e tiveram ápice de diversidade durante o Paleozoico. Na formação Piauí estão representados os braquiópodes Productídeos, como *Schuchertellidae* sp., e que foram utilizados nessa metodologia (ANELLI, 1999; NUNES, 2002; HARPER; POPOV; HOLMER, 2017).

Os últimos organismos utilizados nessa pesquisa, foram os briozoários, que são organismos também lofoforados, assim como os braquiópodes, no entanto são seres sésseis coloniais e bem distribuídos em ambientes marinhos (RUPPERT; BARNNES, 2003; BRUSCA; BRUSCA, 2007; CAMACHO, 2007). A Formação Piauí preserva organismos do gênero Phylloporidinae, que são marcados pela distribuição de estruturas radiais, como colunas com pequenas celas em que os organismos viviam (ANELLI, 1999).

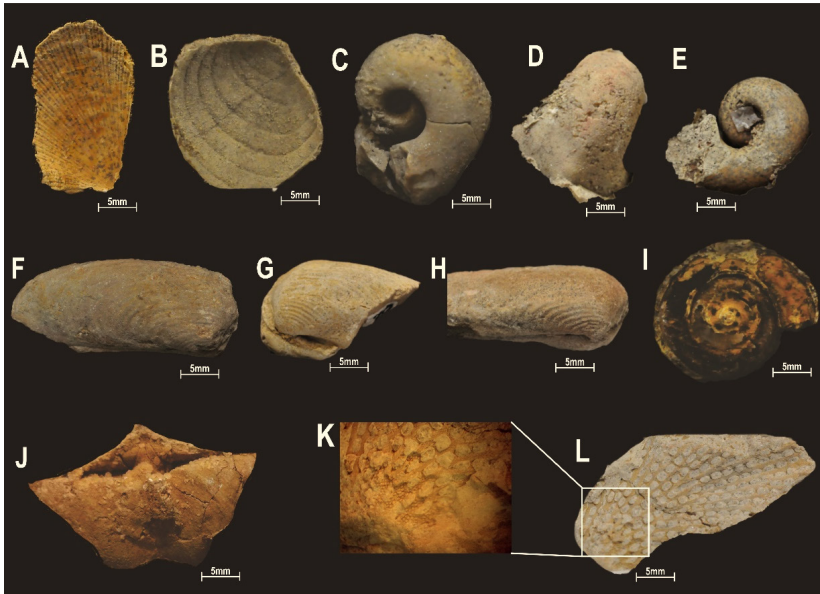


Figura 2. Organismos mais representativos identificados na Pedreira Mocambo. A- Braquiópode; B- *Oriocrassatella piauiensis*; C, D e E- *Beleroophon* sp.; F, G e H- *Wilkingia terminalis*; I- *Straparolus (Euomphalus) batistai*; J- *Neospirifer* sp.; K e L - Briozoário *Phylloporidinae*.

4 | ASPECTOS METODOLÓGICOS

A abordagem aqui apresentada se trata do resultado após a realização de um minicurso, em que foi possível discutir processos interdisciplinares e transposição didática. O minicurso intitulado “Aplicações matemáticas para a análise de invertebrados fósseis: uma abordagem interdisciplinar para o ensino de ciências”, o curso aconteceu com a participação de vinte (20) graduandos dos cursos de Licenciatura em Matemática e Física do Instituto Federal do Piauí/ *Campus* Teresina Central.

O minicurso foi elaborado e dividido em seis (6) passos metodológicos, que são definidos brevemente. O primeiro (1) passo contou de um questionário a fim de saber os conhecimentos prévios do participantes sobre fósseis e Paleontologia, verificando como esses discentes conhecem ou que nível de conhecimento eles demonstram com essa área. No segundo (2) passo os participantes receberam alguns fósseis de invertebrados para que pudessem verificar o material e fazer um reconhecimento, ainda nessa etapa foi proposto um desafio para que os alunos pudessem propor temas (conteúdos) curriculares em que os fósseis pudessem ser utilizados. As etapas três (3) e quatro (4) correspondem à exposição teórica sobre conceitos e métodos de sistemática zoológica, com ênfase para fósseis e posteriormente propostas questões relacionadas ao aporte teórico do conteúdo curricular de matemática e física que propomos para uma metodologia integrada entre as

áreas. A quinta (5) etapa contou de uma transposição didática, que consta de uma proposta elaborada pelos participantes. Já a última etapa constou da realização de um questionário final, com as percepções dos participantes.

O uso dessa sequência possibilita uma abordagem ativa, em que o discente constrói sua base de conhecimento, através de uma transposição ativa. O método de desconstrução do conhecimento, partindo do conhecimento prévio dos discentes, é utilizado e metodologias ativas que visam maior participação dos alunos, já que esses irão construir seu conhecimento acerca de um tema, intermediado pelo professor. Aqui a proposta foi baseada no modelo de Elliot (2005, 2010) a fim de introduzir questões pertinentes à realidade dos participantes, em que se faz necessário conhecê-la previamente.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Identificação de Padrões

A segunda etapa contou com uma aproximação dos participantes com os fósseis a serem trabalhados durante a execução do minicurso, de maneira que esses alunos pudessem verificar possíveis padrões que pudessem ser mensurados matematicamente, os quais descrevemos.

Seguindo as observações realizadas pelos participantes, foram identificados alguns métodos matemáticos que contribuem para a análise dos fósseis e até mesmo para sua identificação. Dentre esses métodos destacamos as medidas de comprimento (Figura 3), segundo eles os fósseis poderiam mensurados, com suas medidas de comprimento, largura e altura, a definição dessas mensurações poderia gerar classificações baseadas em classes de tamanho. A contagem simples de espécimes também foi sugerida, em que poderiam verificar quantos espécimes iguais teriam naquele grupo de análise.

Essas inferências realizadas pelos participantes nos levam a análises simples, como estatística, em que a verificação da abundância dos espécimes nos forneceria qual desses organismos ocorrem com mais frequência, bem como a identificação das classes de tamanho poderia nos informar a variação média ou média móvel das classes de comprimentos em um grupo de espécimes da mesma espécie.

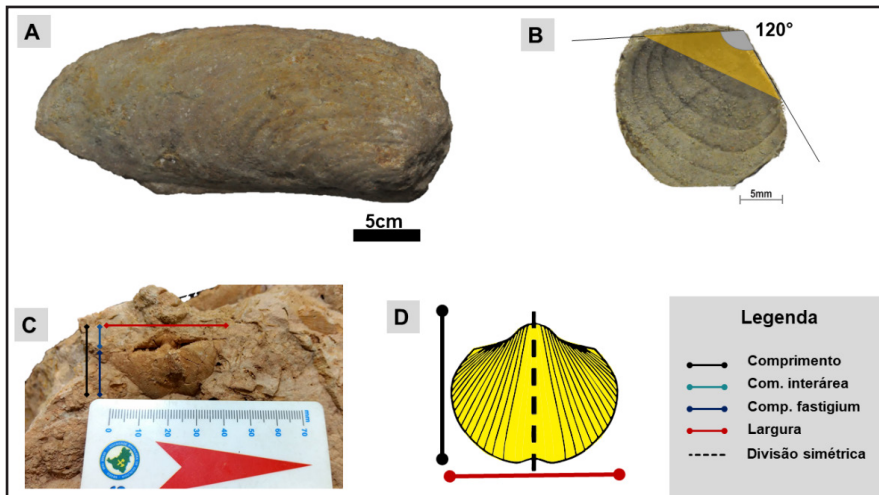


Figura 3. Fósseis usados durante a metodologia e as mensurações que são possíveis serem realizadas, de acordo com a respostas dos participantes. A) *Wilkingia terminalis* com linhas de crescimento ornamentando a concha; B) *Oriocrassatella piauiensis* com verificação do ângulo umbonal da concha; C) braquiópode espiriferídeo com suas respectivas medidas de comprimento e largura e D) concha de braquiópode com mensurações de comprimento e largura, estruturas de costelas lineares do umbo até a porção anterior da concha e simetria na porção média.

Não obstante, os participante foram além dessas inferências, sugerindo a aplicação de análise morfológica baseada em formas geométricas, relacionando pontos, curvas e formas aos planos corporais dos organismos. Alguns detalhes mais sutis, como linhas de crescimento dos bivalves, também foram verificados e relacionados a padrões matemáticos uniformes, em que seria possível saber mais sobre o padrão dessas linhas que os ornamentam.

Foi possível ainda, utilizando os bivalves, identificar ângulos que são formados na umbonal da concha, onde possibilitou verificar que espécies muito próximas (e.g. *Astartella subquadrata* e *Astartella concentrica*) possuem uma diferença nessa abertura angular do umbo. Além disso, em braquiópodes (e.g. *Neospirifer* sp.) foi verificado um ângulo de 180° e de 120° para a abertura umbonal de *Oriocrassatella piauiensis* (Figura 3). Assim foi possível explicar aos participantes que muitos fatores morfológicos contribuem para a definição de espécies biológicas, porém muito dos padrões são definidos ou auxiliados por cálculos ou medidas matemáticas.

O último ponto de discussão em nossos resultados consta de uma atividade prática, em que os participantes não só analisaram fósseis, como também conchas atuais, assim eles puderam verificar um pouco de processos simétricos que ocorrem em moluscos (Figura 4), já que os fósseis nem sempre se preservam com as duas valvas, no entanto, ao verificar os espécimes de *Wilkingia terminalis* os discentes puderam comparar a simetria

das conchas bivalves fósseis com a simetria das conchas atuais. Assim eles discutiram que os bivalves são organismos que apresentam simetria e que as duas conchas são muito semelhantes com variação baixa dessas valvas, enquanto os braquiópodes, possuem uma diferença em suas conchas.

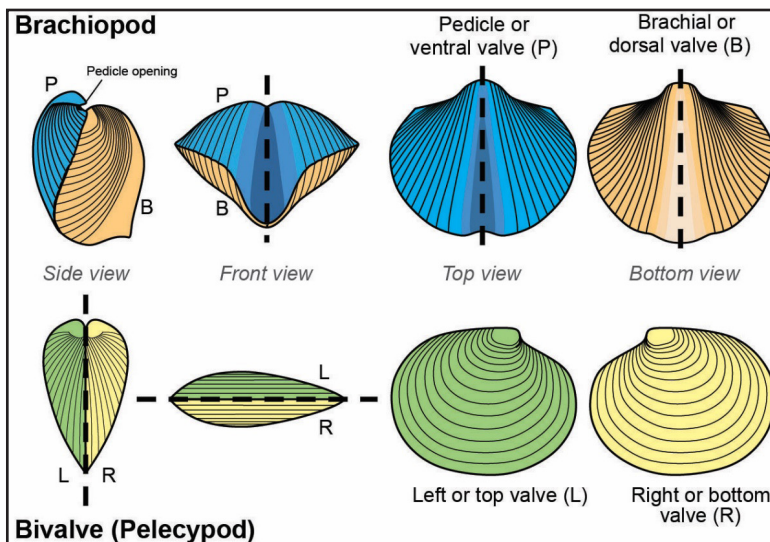


Figura 4. Conchas bivalves de braquiópodes e moluscos, evidenciando a simetria entre as valvas.

5.2 Fósseis como ferramenta de aprendizagem interdisciplinar

Antes de participar do minicurso 90% dos participantes (Figura 5) não sabiam definir o que é um fóssil, tendo sido comentado nas respostas que esse não é tema de abordagem tradicional na educação básica. No entanto, 5% desses participantes já haviam visto fósseis antes em museu, principalmente, e quando alguém fala de fósseis para esses alunos, foi possível verificar a associação fixa de dinossauros a fósseis. Muitos alunos ainda associaram os fósseis aos animais de grande porte, da megafauna pleistocênica, que também são encontrados no Estado do Piauí. Dentre as falas mais frequente identificadas, os alunos citaram dinossauros (geralmente de outros países), animais da megafauna e plantas fossilizadas, como as encontradas em Teresina na floresta fóssil do rio Poty, porém os invertebrados não foram citados nessa listagem dos alunos.

A associação de fósseis a dinossauros é discutida por Nascimento *et al.* (2018b, 2018c), como o produto de uma massificação de informações acerca de um grupo que possui maior visibilidade, no entanto, quando isso reflete no processo de ensino o discente pode ter sua visão focada somente naquele grupo, o que é chamado de síndrome de *Jurassic Park*.

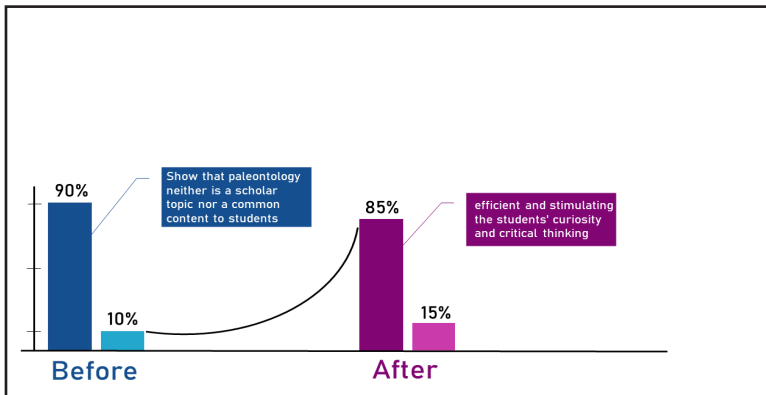


Figura 5. Resultados do conhecimento dos participantes sobre Fósseis antes (azul) e após (lilás) a intervenção interdisciplinar.

Contudo após a aplicação metodológica verificou-se que os discentes relataram e definiram corretamente o que é um fóssil, e a partir disso os discentes afirmaram que ter contato com um fóssil e um conteúdo adequado pode ajudar a minimizar as dificuldades ou conhecimentos não adquiridos sobre paleontologia. Os discentes ainda disseram que ter um método ativo, com uma abordagem prática leva a uma construção mais efetiva do conteúdo, pois estes tiveram que primeiramente verificar o material, sem saber do que se tratava e aos poucos ir conhecendo aquele material, o que os levou a gerar possíveis explicações quanto à origem do material. Cerca de 60% desses alunos disseram que os fósseis são produtos de processos complexos que envolvem tanto a biosfera quanto a litosfera.

Quanto ao processo metodológico aplicado, 85% desses participantes (Figura 5) disseram que o minicurso foi eficiente como uma abordagem interdisciplinar, onde os fósseis foram visualizados do ponto de vista matemático, biológico e geológico, agregando distintos conhecimentos a fim de gerar uma visão holística do objeto de estudo. Para mais foi verificado que o método em passos distintos, com etapas de reconhecimento do material a ser trabalhado conduz a um pensamento crítico, criativo e científico dos discentes, colaborando de maneira substancial à própria construção do conhecimento, em que os alunos podem sugerir suas ideias e partir delas inserir a visão científica.

O presente método é participativo no intuito de dar ao aluno autonomia, quanto à construção de seu conhecimento, através de suposições, todavia a intervenção pedagógica pode melhorar essa experiência. Considerando que os alunos se sentiram estimulados a elaborar seus próprios conceitos, levando a uma visão particular e individual, atrelado à visão científica.

Com esta prática é possível coadunar com as proposições da autora Sasseron (2015) que considera o processo de obtenção, organização e interpretação de dados pelos

alunos como habilidades vinculadas à construção de entendimento sobre a estruturação de temas das ciências que podem estar em processo na sala de aula e evidencia o papel ativo dos estudantes na busca pelo entendimento destes temas curriculares das ciências. As habilidades referem-se: (a) ao trabalho com as informações e com os dados disponíveis, seja por meio da organização, da seriação e da classificação de informações; (b) do levantamento ao teste de hipóteses construídas que são realizados pelos estudantes; (c) ao estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las mais robustas e estabelecendo previsões delas advindas (CARVALHO, 2013; MACHADO; SASSERON, 2012; FERRAZ; SASSERON, 2012).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino da paleontologia pode ser aplicado não apenas às Geociências, mas também às ciências exatas, exigindo, assim, uma associação entre essas áreas. A associação interdisciplinar ainda pode despertar no aluno uma visão científica.

Assim, este trabalho propõe uma base metodológica para o ensino em uma abordagem científica e ativa, obtido a partir da observação e elaboração de explicações, trazendo possibilidades efetivas para o ensino de ciências, matemática, física e paleontologia nos cursos de nível básico e superior.

A intervenção ter sido aplicada a discentes dos cursos de licenciatura das áreas de exatas, se configura como uma abordagem aditiva, pois esses acadêmicos, podem em suas vivências pedagógicas aplicar os conhecimentos dessa abordagem a alunos de ensino básico, considerando aspectos de suas respectivas áreas. Além disso a metodologia se configura como uma boa associação entre projetos integradores, em que dois ou mais professores de determinada escola possam se unir para determinados conteúdos de maneira que os alunos podem construir uma visão não particionada de um conteúdo que abrange diversas dimensões.

REFERÊNCIAS

ANELLI, L. E. et al. **A new Pennsylvanian Oriocrassatellinae from Brazil and the distribution of the genus Oriocrassatella in space and time.** Geodiversitas. Paris: Imprimév. 34, p. 595-610, 2012.

ANELLI, L. E. et al. **Pennsylvanian heteroconchia (mollusca, bivalvia) from the Piauí Formation, Parnaíba Basin, Brazil.** Revista Brasileira de Paleontologia, v. 12, p. 93-112, 2009.

ANELLI, L. E.; ROCHA-CAMPOS, A. C.; SIMÕES, M. G. **Pennsylvanian Pteriomorphian (bivalvia) from the Piauí Formation, Parnaíba Basin, Brazil.** Journal of Paleontology, Estados Unidos, v. 80, n.6, p. 1125-1141, 2006.

ANELLI, L.E. **Invertebrados neocarboníferos das formações Piauí (Bacia do Parnaíba) e Itaituba (Bacia do Amazonas):** taxonomia; análise cladística das subfamílias Oriocrassatellinae (Crassatellacea, Bivalvia) e Neospiriferinae (Spiriferoidea, Brachiopoda). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 1999.

BRASIL. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** ciências naturais. Brasília: MEC, 2000.

BRUSCA, R.C. & BRUSCA, G.J. 2007. **Invertebrados.** 2a. ed., Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 968 p.

CACHÃO, M.; SILVA, C. M. **Introdução ao patrimônio paleontológico Português:** definições e critérios de classificação. Geonovas. Lisboa, 2004. n. 18. p. 13-19.

CAMPOS, L.C., **Aprendizagem Baseada em projetos:** uma nova abordagem para a Educação em Engenharia. In: COBENGE 2011, Blumenau, Santa Catarina, 3 a 6/10/2011.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. **Sequências de Ensino Investigativas – SEI:** o que os alunos aprendem? In: TAUCHEN, G.; SILVA, J. A. da. (Org.). Educação em Ciências: epistemologias, princípios e ações educativas. Curitiba: CRV, 2012.

ELLIOT, J. **El cambio educativo desde la investigación-acción.** Madrid: Ediciones Morata. 4ª. ed., 2005.

ELLIOT, J. **La Investigación-acción em educación.** Madrid: Ediciones Morata. 6ª. ed. 2010.

HARPER, D.A.T., POPOV, L.E. AND HOLMER, L.E. (2017), **Brachiopods:** origin and early history. *Palaeontology*, 60: 609-631. doi:10.1111/pala.12307

LEFF, E. *Saber ambiental.* 8. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

Morin, E. (1996). **A noção de sujeito.** In D. F. Schnitman (Org.), *Novos paradigmas, cultura e subjetividade* (pp. 45-58). Porto Alegre: Artes Médicas.

Morin, E. (2003). **A cabeça bem feita:** repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil

NASCIMENTO, J. G. S. et al. **Análise quantitativa de moluscos Pensilvanianos do dolomito Mocambo, Formação Piauí (Bacia do Parnaíba), José de Freitas- Piauí.** In: IV Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados, Rio de Janeiro, 2018a.

NASCIMENTO, J. G. S. et al. **Invertebrados Neocarboníferos (Pensilvaniano) da Bacia do Parnaíba como recurso de ensino na formação de professores.** In: IV Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados, Rio de Janeiro, 2018b.

NASCIMENTO, J. G. S. et al. **Uso didático de fósseis da Formação Piauí no curso de Ciências Biológicas do IFPI**. In: 8th Quadrennial Conference of the International Geoscience Education (GeoScieD), Campinas, 2018c.

RENZI, M. **Some philosophical questions about paleontology and their practical consequences**. *Acta geológica hispánica*, [en línea], 1981, Vol. 16, Núm. 1, p. 7-23, <https://www.raco.cat/index.php/ActaGeologica/article/view/75049> [Consulta: 28-05-2020].

RUDWICK, M.J.S. **Functional Morphology in Paleobiology**: Origins of the Method of 'Paradigms'. *J Hist Biol* **51**, 135–178 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10739-017-9478-7>.

RUPPERT, E.E., FOX, R.S. & BARNES, R.D. 2005. **Zoologia dos Invertebrados**. 7ª ed., Ed. Roca, São Paulo, 1145 p.

SASSERON, L.H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação**: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista ensaio*. v. 17. n. especial. p.49-67. Belo Horizonte: 2015.

CAPÍTULO 2

PERCEPÇÕES SOBRE PATRIMÔNIO PALEONTOLÓGICO E EDUCAÇÃO BASEADA NO LOCAL EM GEOCIÊNCIAS

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 01/06/2020

Jairo Gabriel da Silva Nascimento

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1212484978899062>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0397-3153>

Campinas University (UNICAMP)

Campinas - São Paulo, Brazil

Érico Rodrigues Gomes

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7804518918824528>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1942-1396>

Institute of Education, Science and Technology
of Piauí, Teachers Formation Department,
Geology and Palaeontology Laboratory.

Teresina – Piauí, Brazil.

RESUMO: O ensino de paleontologia no Brasil iniciou o ensino patrimonial em paleontologia, com o intuito de despertar ações protetoras ao patrimônio paleontológico. Dessa forma, buscamos entender como os fósseis e pedreiras são percebidos pelos estudantes que vivem em seus arredores. Participaram desta pesquisa estudantes da Educação de Jovens e Adultos da escola Francisco Rodrigues do Nascimento, localizada no assentamento Mocambo, zona rural de José de Freitas, Piauí. Os alunos responderam a um questionário sobre fósseis e a sobre a pedreira localizada em sua comunidade. Essas pedras estão por aqui? 70% dos estudantes disseram que era possível encontrá-los perto de suas casas, 20% não sabiam responder e 10% disseram que foram encontrados na água

ou na barragem. O que são? As respostas obtidas estão organizadas em 10%, dizendo que são pedras antigas, 5% dizem que são pedras que usam no banheiro da casa e 85% desses alunos não sabiam responder. Para que servem essas rochas? 80% não sabiam responder, 5% disseram que eram usados para fins de estudo, 5% disseram que foram usados para construir a fundação e 6% disseram que eram bons para retificar facas. Entre as últimas perguntas, perguntamos se eles sabiam como essas rochas se formavam, onde 95% não sabiam responder e 5% atribuídos a um processo misterioso ou divino. Na interpretação dos dados, sugerimos a organização das percepções dos alunos em três visões: 1) renúncia, 2) reconhecimento e 3) proteção, essas visões devem ser identificadas para construir uma metodologia de ensino consistente com a realidade dos alunos, principalmente na qual refere-se ao conhecimento geocientífico, para que o ensino seja eficaz e contextualizado, levando a um processo de significância do patrimônio paleontológico.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Patrimonial, Paleoinvertebrados, Fauna Carbonífera, Place-based em Geociências.

PERCEPTIONS ON PALEONTOLOGICAL HERITAGE AND PLACE-BASED EDUCATION IN GEOCIENCES

ABSTRACT: The teaching of paleontology in Brazil, inaugurates the patrimonial teaching in paleontology, that aims to awaken protective actions to the paleontological heritage. In this way we seek to understand how the fossils and quarries are perceived by the students living in

their surroundings. Participated of this research students of the Education of Young and Adults of the Francisco Rodrigues do Nascimento school, located in the settlement Mocambo, rural area of José de Freitas, Piauí. The students answered a questionnaire about fossils and the quarry located in their community. Are these stones around here? 70% of the students said it was possible to find them near their homes, 20% did not know how to respond and 10% said they were found in the water or dam. What are? The answers obtained are organized in 10% saying that they are old stones, 5% say they are rocks they use in the bathroom of home and 85% of these students did not know to answer. What are these rocks for? 80% did not know how to respond, 5% said they were used for study purposes, 5% said they were used to build the foundation, and 6% said they were good for grind knife. Among the last questions we asked them if they knew how those rocks formed, where 95% did not know how to respond and 5% attributed to a mysterious or divine process. In interpreting the data, we suggest the organization of students' perceptions in three visions: 1) resignation, 2) recognition and 3) protection, these visions must be identified to build a teaching methodology consistent with the students' reality, especially in the which refers to the geoscientific knowledge, so that the teaching is effective and contextualized leading to a process of significance of the paleontological heritage.

KEYWORDS: Heritage teaching, Paleoinvertebrates, Carboniferous fauna, Place-based in Geosciences.

1 | INTRODUÇÃO

Patrimônio é compreendido como tudo aquilo que é construído por um grupo social e transmitido dos antepassados aos descendentes, onde torna-se um saber ou propriedade cultural daquele grupo social. Essa construção social pode ainda ser ressignificada e imbuída de novos elementos não percebidos pelo grupo ancestral (SALVAN, 1994; OCAL *et al.*, 2016). Para a UNESCO (1972, 2016), patrimônio é tudo aquilo que define valores excepcionais para grupos sociais, podendo ser Patrimônios culturais, construídos, construções humanas ou naturais.

O patrimônio natural, por sua vez, engloba os recursos Geo-Paleontológico. Essa herança natural é tida como a memória da Terra, gravada em sedimentos e rochas como um registro que antecede à existência humana (SALVAN, 1994; CACHÃO; SILVA, 2004; PONTE, 2018). A Geodiversidade, por conseguinte, é uma herança compartilhada entre a Terra e o Homem, este último sendo o usufrutuário e depositário deste rico patrimônio, necessitando compreender que a menor depredação do patrimônio geológico é uma mutilação que conduz à sua destruição e uma perda irreparável (UNESCO, 1972; ZANIRATO; RIBEIRO, 2006; UNESCO, 2016).

A divulgação acerca do patrimônio paleontológico tem crescido rapidamente nos últimos anos, principalmente por conta da divulgação em meios de comunicação de massa, como também em páginas da web e em outros meios de comunicação. A divulgação científica, tornou-se uma peça de popularização de temas antes restritos à academia (CACHÃO; SILVA, 2004). Acerca do patrimônio paleontológico Cachão e Silva (2004)

afirmam que uma consequência imediata da massificação das descobertas paleontológicas é a ampliação numerosa da procura por parte do público a informações por meios diretos (fósseis e museus) e indiretos (material didático, vídeos, palestras, livros, folhetos e exposições).

Ponciano, Machado e Castro (2015) destacam que o patrimônio Paleontológico é bastante susceptível à depredação. Dentre as ameaças a este patrimônio, o contrabando de fósseis para fins não científicos, crescimento demográfico e urbano chegando às áreas de afloramentos são as principais perigos que os fósseis e afloramentos estão sujeitos. A destruição de sítios fossilíferos tem sido bastante depredado pelo aumento da extração de recursos geológicos para diversos fins (principalmente econômico e industrial), má gestão de bacias hidrográficas causando alagamento em sítios, atividades turísticas sem preparo adequado, desmatamento, agricultura e pecuária intensivas e destruição por vandalismo, estas são algumas das principais atividades que são evidenciadas no estado do Piauí que afetam diretamente os sítios paleontológicos (PONCIANO *et al.*, 2013; BOAS; BRILHA; LIMA, 2013).

O estado do Piauí é conhecido pelos muitos sítios de beleza natural, histórica e geológica, tanto nacionalmente quanto internacionalmente, bem representados pelo Parque Nacional da Serra da Capivara. Nesse parque estão registrados indícios arqueológicos que demonstram que ali foi o berço do Homem Americano, um local que apresenta as imagens da pré-história, mas que ao mesmo passo são intercaladas pelas vivências dos sertanejos que ali habitam, em convivência com o pretérito, um lugar onde passado e presente estão em constante ligação (PESSIS, 2003; CASTRO, 2011).

A diminuição da preservação desses locais de valor excepcional, para a história do planeta, tem de ser considerada como essencial no sentido de serem adotadas medidas protetivas a esse patrimônio. De maneira que ações educativas podem levar ao conhecimento e a medidas de cunho protetivo a essas localidades. Nesta pesquisa apresentamos como identificamos o patrimônio, partindo da visão social de quem vive no entorno dos sítios, inserindo de maneira apropriada o conhecimento científico a fim de dar acesso de informações que os levem ao reconhecimento de tal patrimônio.

2 | CONTEXTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO

A Pedreira Mocambo, local de estudo desse trabalho, localiza-se na zona rural do município de José de Freitas-PI, encontrando-se na mesorregião geográfica do Centro-Norte Piauiense. Essa localidade está a 54 Km de Teresina, compondo a microrregião da capital Piauiense (Figura 1). A área existia como propriedade particular, conhecida informalmente como fazenda “Mocambo”, no entanto, a partir de 2003 (com realização da reforma agrária) passou por desapropriação, em que foi criado o assentamento homônimo (INCRA, 2003).

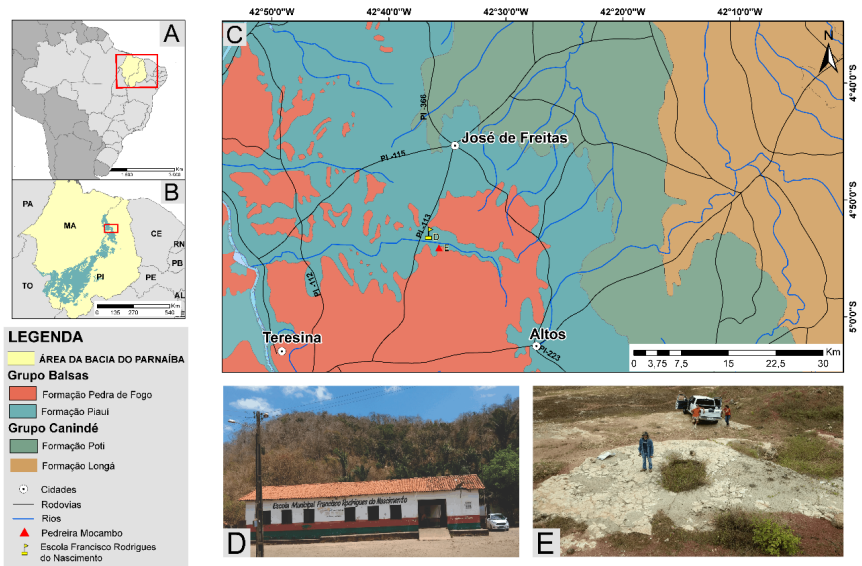


Figura 1. Mapa de localização da Escola Francisco Rodrigues do Nascimento e Pedreira investigadas neste estudo. A) Localização geográfica do Piauí na América do Sul. B) Localização da Bacia do Parnaíba e distribuição da Formação Piauí e demarcação da localidade de estudo. C) Localização do Assentamento com localização geográfica da Escola e da Pedreira. D) Frente da escola Francisco Rodrigues do Nascimento. E) Porção aflorante do calcário Mocambo.

O calcário mocambo está inserido no contexto geológico da Bacia do Parnaíba (Figura 1), essa bacia sedimentar por sua vez compreende uma área de aproximadamente 600.000 Km², constituída principalmente por rochas de intervalo Siluro-Devoniano, com cobertura de estratos mais recentes (Mesozoico e Cenozoico). Essa bacia consiste em um espesso pacote sedimentar depositados em decorrência de um megasistema de fraturas, concomitante ao rebaixamento crustal de uma região cratônica desde o fim da orogenia Brasileira até a orogenia Caledoniana da cordilheira Andina, no decorrer do limite Siluro-Devoniano (MEDEIROS, 2015; MEDEIROS *et al.*, 2019).

Para a Bacia do Parnaíba, Góes e Feijó (1994) definem a sedimentação em ciclos, referentes às variações tectônicas-estruturais e climáticas, representados pelas sequências Siluriana (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Neocarbonífero-Eotriássica (Grupo Balsas). O grupo Balsas possui maior interesse neste trabalho por apresentar os depósitos Pensilvanianos, agrupados na Formação (Fm.) Piauí. Esta denominação deriva do termo “série Piauí”, utilizado por Small (1914 apud ANELLI, 1994), para designar toda a sequência Paleozoica da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Conforme Santos e Carvalho (2009), os sedimentos da Fm. Piauí, ocupam ampla área da região centro-sul da bacia (Figura 1), acompanhando a direção dos estratos Paleozoicos, em faixas de direção Norte-Sul, que se estreitam para o norte.

As camadas da Fm. Piauí são divididas informalmente em inferior e superior, onde suas rochas são diferenciadas pelo processo de sedimentação responsável pelo empacotamento dos sedimentos que compõem tais rochas. Segundo Santos e Carvalho (2009) a porção inferior é caracterizada por arenitos róseos, médios, intercalados por siltitos vermelhos e verdes; já as camadas superiores, onde está inserida a Pedreira Mocambo, caracteriza-se pelos arenitos avermelhados com intercalações de leitos e lâminas de siltitos vermelhos, finos leitos de calcários e evaporitos.

Medeiros (2015) descreveu a camada superior como sendo composta por arenitos de granulação fina a médio, regularmente selecionados com grãos subarredondados à esféricos e conforme Kegel (1951) um calcário fossilífero rico em uma fauna de invertebrados como trilobitas e moluscos. A localidade Mocambo assumiu maior importância científica quando se observou a presença de organismos preservados nesses calcários, despertando o interesse para o desenvolvimento de uma série de trabalhos a fim de conhecer e descrever tais fósseis preservados durante o Paleozoico Superior da América do Sul (ANELLI, 1999; NASCIMENTO, 2018c).

O calcário Mocambo (Figura 1) possui o registro de várias classes de moluscos e braquiópodes. A abundância da Classe Gastropoda é de 60% do total de espécimes, com cerca de 55 espécies (Figura 2). Dentre os Bivalves registrou-se frequência acima de 52%, com a maior diversidade registrada, com cerca de 22 espécies. Outras ocorrências menos frequentes de outros macroinvertebrados como: Braquiópodes e Briozoários também são registrados (Figura 2). A partir das análises verificadas por Nascimento *et al.* (2018a), nota-se a predominância de organismos que tinham hábitos de vida escavador raso e profundo, além de abundantes representantes da epifauna (Anelli; Rocha-Campos; Lima Filho, 1992; ZABINI; ANELLI; LEME, 2017; NASCIMENTO *et al.*, 2018a).

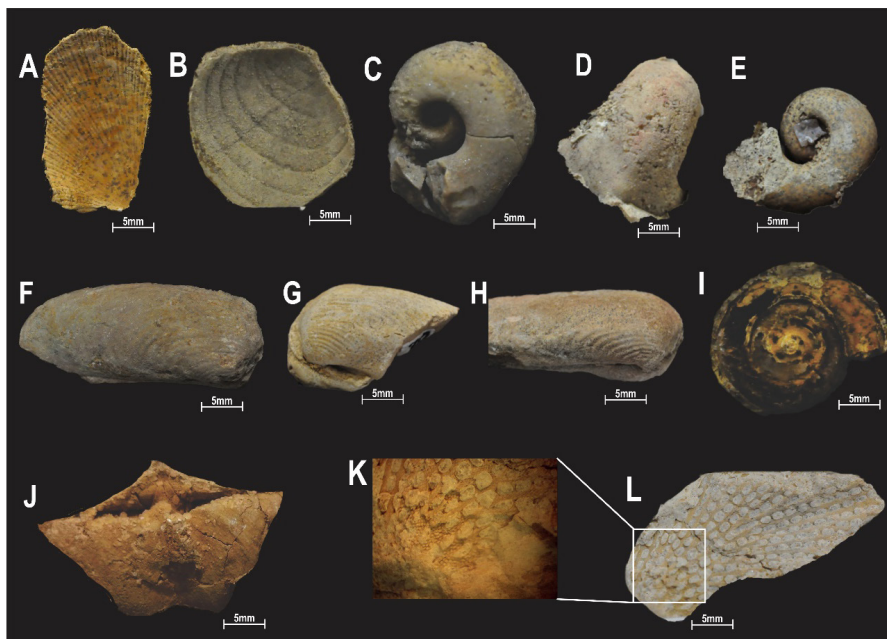


Figura 2. Organismos mais representativos identificados na Pedreira Mocambo. A- *Braquiópode Schuchertellidae*; B- *Oriocrassatella piuiensis*; C, D e E *Belerophon* sp.; F, G e H- *Wilkingia terminalis*; I- *Straparolus (Euomphalus) batistai*; J- Braquiópode espiriferídeo; K e L - Briozóário Phylloporidinae.

3 | METODOLOGIA

A Escola Municipal, Francisco Rodrigues do Nascimento, localizada no assentamento Mocambo atende crianças e jovens em modalidade regular do ensino fundamental (6° ao 9° anos) e na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA). O presente trabalho teve como participantes 17 alunos da Modalidade EJA, os quais compreendem uma faixa etária entre 15 e 21 anos de idade. Os discentes residem no povoado Mocambo ou arredores, como Boca do Mocambo, povoado Felicidade, povoado Boqueirão dos Adolfo e Sobradinho.

Para a execução organizou-se três (3) etapas metodológicas. A etapa 1 contou com a aplicação de um questionário preliminar para mensurar o conhecimento prévio dos alunos e avaliar o reconhecimento patrimonial da pedreira. A análise dos resultados obtidos na etapa 1 foram analisados e interpretados baseados na metodologia de Bauer e Gaskell (2002), para pesquisas de cunho quanti-qualitativo. Na etapa 2, foi realizada uma oficina com exposição teórica do conteúdo de paleontologia, tais como: processos de fossilização, reconstrução ambiental e reconhecimento de espécies animais no registro fóssil. Para a oficina foram utilizadas práticas sugeridas por Barreto *et al.* (2014) e por Soares (2015), através de atividades interativas em que os alunos pudessem perceber o processo de

fossilização de maneira lúdica com uso de simulações. A etapa 3 contou com uma avaliação final após as atividades teórico-práticas.

O conjunto das ações, desenvolvidas nesta metodologia, constituem uma pesquisa de pesquisa-ação, proposta por Elliot (2005, 2010) que consiste na pesquisa acerca de determinada realidade social a fim de tratar da melhoria dos aspectos observados, proporcionando elementos que facilitem o juízo em torno das situações práticas vivenciadas, de modo inteligente e acertado usufruindo do seu espaço de forma equilibrada.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da primeira aplicação do questionário foi possível verificar quais conhecimentos sobre os fósseis estes sujeitos trazem consigo, tais como conceitos básicos e estruturantes, além de perceber como esses elementos científico-culturais fazem parte do cotidiano. Consequentemente os resultados descritos conduzem à uma compreensão acerca dos sujeitos, dos seus saberes e como relacionam-se estas duas esferas com o patrimônio paleontológico.

Ao indagar os alunos sobre do que se tratava o que eles estavam observando, 75% disseram estar vendo uma “pedra”, outros 10% disseram ver um fóssil, enquanto 10% não sabiam responder a essa pergunta; esta ação nos indica a atenção aos detalhes que esses alunos possuem ao observar determinado objeto. Outros 85% dos participantes não sabiam responder nem observavam coisas diferentes nas rochas que lhes foram apresentadas. No momento seguinte foi perguntado a eles se sabiam onde aquelas rochas poderiam ser encontradas. As respostas novamente foram diversas, e agrupadas por similaridade em grandes grupos, onde 20% disseram nunca ter visto aquelas “pedras” por ali ou não se lembrar onde encontrar. Outros 5% disseram poder encontrar aquelas “pedras” na barragem ou na água (rio), enquanto 70% disseram encontrar o que estavam vendo perto de suas casas ou próximo da casa de vizinhos.

Após, ainda, foram indagados se sabiam definir o que é um fóssil, essa pergunta nos traz dados que refletem na estrutura do ensino e dificuldade ao acesso desse conhecimento. Percebeu-se que 85% dos participantes afirmaram não saber o que são fósseis, 10% dizem ter ouvido falar que são “pedras” muito antigas e 5% dos participantes confundem “fósseis” com “fossas” e dizem afirmar que é um buraco cavado perto do banheiro de suas onde são armazenadas seus dejetos fisiológicos.

Os dados apresentados (Figura 3) até aqui expressam que o conteúdo curricular de rochas é pouco significativo para os alunos, como também demonstra a frágil base em que se encontram, sugerindo que os conteúdos desta modalidade são abordados de maneira incompleta, ocasionando tais resultados. Um agravante dessa situação de dificuldade e acesso à informação é aferido ao notar a troca entre os termos “fóssil” e “fossa” pelos alunos, sendo palavras gramaticalmente homófonas e homógrafas. O fator que mais contribui para

a troca dos termos é a fragilidade da educação básica que leva à defasagem no ensino em sala de aula. Essa forma como os discentes percebem o seu entorno demonstra ainda que os alunos têm pouco interesse em relacionar o que estudam com o que vivem.

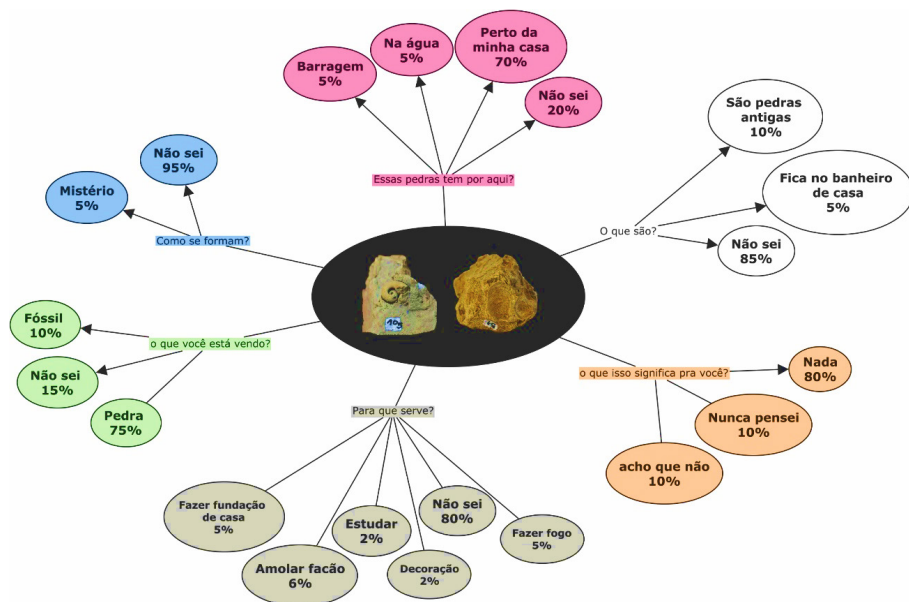


Figura 3. Mapa conceitual agrupando as diversas percepções acerca dos fósseis, captada nas falas dos alunos participantes da pesquisa, salientando que cada agrupamento de cor se refere a uma pergunta específica, organizadas em categorias abrangentes.

Alguns alunos mostraram ter um saber bastante rudimentar acerca dos conceitos sobre um fóssil, assim perguntamos se eles sabiam como se formam esses fósseis, as respostas foram organizadas em dois grupos uma em que 95% disseram não saber como se forma e outro em que 5% disseram que esse processo é um mistério, atribuindo a questões divinas, a fim de explorar ainda mais a imaginação e observação dos alunos questionamos: para que serve essas “pedras”?

As respostas foram definidas e bem pertinentes ao seu cotidiano, onde observamos que 6% dos discentes utilizam tais “pedras” ou já viram alguém da comunidade utilizando para amolar facão, bem como 5% disseram ser utilizadas para fazer fogo, para fazer a fundação das casas e as paredes em adição com argila (barro), outros 2% disseram servir para estudos e majoritariamente 80% disseram não saber responder.

Portanto, estes sujeitos não atribuem valor a essas rochas, pois trata-se apenas de uma “pedra” encontrada facilmente nos arredores de suas casas. No entanto, estes sujeitos nunca foram questionados para refletir acerca da origem, importância e outros fatores relacionados a esses calcários. Partindo da observação de que tais rochas constituem

parte do cotidiano destes sujeitos procuramos saber qual a relação entre eles a pedreira do Mocambo, a resposta foi unânime todos os alunos conhecem, já passaram por perto ou já ouviram falar sobre a área da pedreira, mas poucos sabem sobre ela.

A educação patrimonial é facilitada a partir do momento em que os indivíduos se identificam e atribuem valores e significados ao patrimônio que dispõem, assim consideramos que um dos fatores importantes para tal vínculo seja o conhecimento acerca do patrimônio (PONTE, 2015; SOUZA, 2013; ALMEIDA 2010; CASTRO, 2011). Em nosso espaço de pesquisa/estudo aferimos que nenhum dos alunos atribuem valor ou significado à pedreira, pois não tiveram experiências diretas ou indiretas (transmitidas através de familiares mais velhos) com o patrimônio e nem possuem conhecimento suficiente para compreender do que se trata aquilo que eles tem em seu cotidiano.

Nascimento (2018c) discute que o ensino de Paleontologia é permeado pelo processo de cegueira paleontológica, onde os alunos não conseguem identificar e discernir que o objeto em questão trata-se de um fóssil, pois não possuem atributos que os levem a essa distinção, em parte pelo currículo que estão subordinados ou ligado a falta acesso à informação.

Na contramão ao que a maioria dos alunos afirmaram, pudemos verificar que as pessoas que tiveram contato direto com a pedreira possuem um vínculo mais forte, tal como observado nas falas dos participantes PI1 e PI2. Ao verificar o discurso dos participantes constatamos que o patrimônio é algo que tem ligação direta com memórias afetivas quer construídas por experiências, quer construída por contação de histórias passadas por gerações (OCAL, 2016; AUDIJE-GIL; BARROSO-BARCENILLA; SEGURA, 2018), pode-se destacar os seguintes discursos:

Jairo Nascimento: O que você vê de diferente nas “pedras” daqui?

PI1, 18 anos: Eu não sei não, mas eu sempre vejo umas marcas nessas pedra aqui, mas não sei o que é não.

Jairo Nascimento: De onde você acha que vieram essas marcas?

PI1, 18 anos: Eu não sei, mas é estranho!

Jairo Nascimento: Por que você está levando essas “pedras”?

PI2, 45 anos: Eu não sei porque tô levando não, mas toda vez que venho aqui eu levo pra minha casa algumas, porque vai chegar o dia que isso aqui vai se acabar e eu tenho como lembrar o que era antes de acabar.

Jairo Nascimento: Vem muitas pessoas aqui atrás dessas “pedras”?

PI2, 45 anos: Vem sim, eu só vejo um monte de carro passando e vem aqui na pedreira, levam várias dessas[...] eu não sei pra onde levam, mas eles sempre voltam pra buscar mais e nós ficamo aqui sem saber o que esse povo tanto vê nessas pedras.

Essas narrativas em muito contribuem para nossa compreensão acerca do patrimônio, em que temos duas gerações que tiveram diferentes contatos com a pedreira. O participante PI2 é casado e vive na comunidade Mocambo desde jovem, ali na pedreira foi onde o pai trabalhou, quebrando o calcário para ser vendido a empresas que utilizavam para fabricação de cal. Desde jovem o participante ia à pedreira todos os dias deixar o almoço do pai, quando adulta esteve participando ativamente junto à comunidade. A relação de subsistência do participante fez com que o aluno tivesse laço afetivo com a pedreira.

Já o aluno PI1 é mais jovem e ajuda o pai sempre que pode, nas plantações e na alimentação dos animais que criam. Como o entorno da pedreira é bastante conservado, é para lá que os animais se direcionam, assim a relação de PI1 com a pedreira é de servir como passagem para buscar seus animais. Para esse participante a relação com a pedreira é diferente das visões apresentadas anteriormente, pois para ele esse local é importante, mas seu vínculo provém de contato indireto transmitido através de seus pais e avós que tiveram contato direto com essa pedreira.

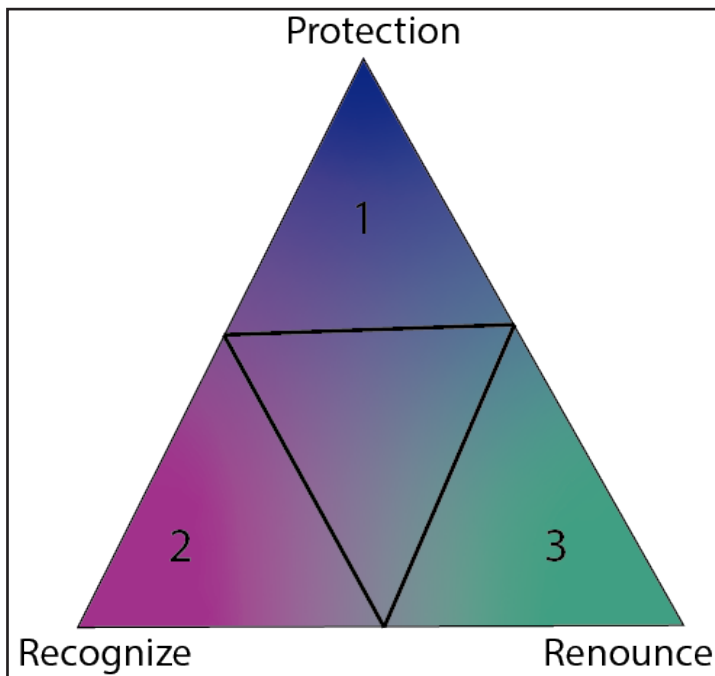


Figura 4. Triade das percepções dos alunos acerca do patrimônio paleontológico, referente aos três extremos de percepção. 1. Visão de proteção do patrimônio; 2. Visão de reconhecimento e 3. Visão de renúncia.

Foram identificadas assim um patrimônio com distintas visões (Figura 3), sendo 1) a primeira das visões algo que não é possível atribuir um valor conforme captado na entrevista com os alunos do Colégio, pois estes não conhecem nem o valor científico nem a pedreira em si, dificultando a atribuição de pertença para com o patrimônio em um primeiro contato. A segunda (2) visão na podemos captar a ideia de agradecimento a tudo que a pedreira forneceu para a estruturação financeira de famílias como a de PI2, tendo hoje um sentimento de cuidar daquilo que lhe gera boas lembranças. Enquanto que terceira (3) visão é a de cuidar para conhecer melhor, conforme denotado nas falas de PI1, onde o desconhecimento leva a curiosidade de observar e tentar compreender do que se tratam as marcas que ali são encontradas, como também por ser sua sina cotidiana de acompanhar e buscar os animais de seu pai, assim conferindo um local de tranquilidade e solidão.

5 | CONCLUSÃO

Considerando o papel sociocultural dos sítios paleontológicos, verificamos que esses sítios servem não apenas nessa esfera, como também são imprescindíveis na esfera educacional. A partir das distintas visões dos participantes, notamos que um patrimônio pode ser reconhecido através da negação, em que o indivíduo não reconhece tal local como um patrimônio que tem relevância para sua vida. No entanto visões distintas à negação também são aferidas, em que os indivíduos podem ter perspectivas de reconhecimento a essa pedreira, como também através do reconhecimento desenvolve a proteção a esse patrimônio.

As visões podem estar atreladas a processos cíclicos, em que um tipo de visão pode desenvolver outra, como discutido anteriormente, o que não se pode negar é que a partir dessas visões construímos bases sólidas que guiam a compreensão e organização social e sua relação com determinado Patrimônio.

O patrimônio paleontológico é altamente importante, pois através dele uma série de construções são realizadas, desde aspectos sociais até aspectos educacionais. Nota-se que o desenvolvimento de estratégias de ensino em Paleontologia se torna eficazes ao compreender como os indivíduos percebem aquele fóssil, pois assim pode-se focar num ensino adequado às necessidades intelectuais e sociais dos referidos discentes. Portanto, os sítios fossilíferos e fósseis são elementos que possuem alto potencial educacional, para geoturismo e também auxiliam na formação do que Cobos *et al.* (2018) chama de elementos que conduzem à um interesse cultural (*good of cultural interest*).

REFERÊNCIAS

_____. Ministério de Desenvolvimento Agrário. II Plano Nacional de reforma agrária. Brasília: Núcleo de estudos Agrários e Desenvolvimento rural/MDA, 2003.

ANELLI, L. E. **Pelecípodes da Formação Piauí (Pensilvaniano médio), Bacia do Parnaíba.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Geociências.1994.

ANELLI, L. E. et al. **A new Pennsylvanian Oriocrassatellinae from Brazil and the distribution of the genus Oriocrassatella in space and time.** Geodiversitas. Paris: Imprimév. 34, p. 595-610, 2012.

ANELLI, L. E. et al. **Pennsylvanian heteroconchia (mollusca, bivalvia) from the Piauí formation, Parnaíba basin, Brazil.** Revista Brasileira de Paleontologia, v. 12, p. 93-112, 2009.

ANELLI, L. E.; ROCHA-CAMPOS, A. C.; LIMA FILHO, F. P. **Paleoecologia dos bivalves da formação Piauí (Neocarbonífero), Bacia do Parnaíba.** In: 37º Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, 1992.

ANELLI, L. E.; ROCHA-CAMPOS, A. C.; SIMÕES, M. G. **Pennsylvanian Pteriomorphian (bivalvia) from the Piauí Formation, Parnaíba Basin, Brazil.** Journal of Paleontology, Estados Unidos, v. 80, n.6, p. 1125-1141, 2006.

ANELLI, L.E. **Invertebrados neocarboníferos das formações Piauí (Bacia do Parnaíba) e Itaituba (Bacia do Amazonas): taxonomia; análise cladística das subfamílias Oriocrassatellinae (Crassatellacea, Bivalvia) e Neospiriferinae (Spiriferoidea, Brachiopoda).** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 1999.

ASSIS, J. F. P. 1979. **Uma fáunula de moluscos bivalves do calcário Mocambo, Formação Piauí, Carbonífero superior da Bacia do Maranhão – Município de José de Freitas, Estado do Piauí.** Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1979.

AUDIJE-GIL, J.; BARROSO-BARCENILLA, F.; SEGURA, M. **The Bargalló teaching methodology at the Early twentieth Century:** Contributions to Paleontological research and Geological Heritage. Geoheritage. v.10. p. 342-352, 2018.

BARRETO, A. et al. **Aprendendo ciências com a Paleontologia e os fósseis de Pernambuco.** Recife: Editora UFPE, 2014.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático.** Petrópolis: Vozes, 2002.

BERROCAL-CASERO, M.; ARRIBAS, M.; MORATALLA, J. J. **Didactic and divulgative resources of the Middle Triassic vertebrate tracksite of Los Arroturos (Province of Guadalajara, Spain).** Geoheritage. v.10. p. 375-384, 2018.

BOAS, M. V.; BRILHA, J. B. R.; LIMA, F. F. **Conservação do patrimônio paleontológico do Geopark Araripe (Brasil):** Enquadramento, estratégias e condicionantes. Boletim Paranaense de geociências. v. 70. p. 156-165. 2013

BRASIL. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais.** Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2011.

CACHÃO, M.; SILVA, C. M. **Introdução ao patrimônio paleontológico Português: definições e critérios de classificação**. Geonovas. Lisboa, 2004. n. 18. p. 13-19.

CAMPANHA, V. A.; ROCHA-CAMPOS, A. C. **Some Microfossils from the Piauí Formation (Late Carboniferous), Parnaíba Basin**. Bol. IG, v. 10. p. 57 - 66, 1979.

CANUDO, J. I. **The collection of type fossils of the Natural Science Museum of the University of Zaragoza (Spain)**. Geoheritage. v. 10. p. 385-392, 2018.

CASTRO, S. G. **O elogio do cotidiano: educação ambiental e a pedagogia silenciosa da caatinga no sertão piauiense**. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

COBOS, A. et al. **Ichonological analysis of a good of cultural interest: The site os El Hoyo (El Castellar, Aragón, Spain)**. Geoheritage. v. 10. p. 415-425, 2018.

DE CELIS, A.; SANGUINO, F.; DÍAZ-CÁCERES, J. A. **The didactic potential of the Toarcian-Aalenian transition at the section of Fuente del Molino (Guadalajara, Spain)**. Geoheritage. v. 10. p. 443-449, 2018.

DUARTE, A. **Fósseis da sondagem de Therezina, Estado do Piauí**. CPRM: Notas preliminares de estudo. Rio de Janeiro, n. 2, 1936.

ELLIOT, J. **El cambio educativo desde la investigación-acción**. Madrid: Ediciones Morata. 4ª. ed., 2005.

ELLIOT, J. **La Investigación-acción em educación**. Madrid: Ediciones Morata. 6ª. ed. 2010.

GÓES, A. M, FEIJÓ F. J. **Bacia do Parnaíba**. Rio de Janeiro, Bol. Geoc. PETROBRÁS. Rel. interno. v. 8, n. 1, 1994.

KEGEL, W. **Sobre a Formação Piauí (Carbonífero Superior) no Araguaia**. Notas preliminares e estudos, Divisão de Geologia e Mineralogia, DNPM, v.135, 36 p., 1952.

KEGEL, W. **Sobre alguns trilobitas carboníferos do Piauí e do Amazonas**. Divisão de geologia e Mineralogia, Boletim, Rio de Janeiro, n. 135, p. 1-38, 1951.

MEDEIROS, R.S.P. **Depósitos carbonáticos-siliciclásticos da porção superior da Formação Piauí, carbonífero da Bacia do Parnaíba, região de José de Freitas-PI**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geologia e geoquímica) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

MEDEIROS, R.S.P. et al. **Ocorrências de conodontes do Pensilvaniano Inferior, Formação Piauí, na região Mocambo, Bacia do Parnaíba**. In: 49º Congresso Brasileiro de Geologia: Rio de Janeiro, 2018.

MELO, H. L. S. **O ensino das ciências e os saberes vividos**: um estudo do ensino a partir do currículo da Escola Ribeirinha de Várzea no Município de Parintins/AM. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências na Amazônia). Universidade do Estado do Amazonas, 2016.

NASCIMENTO, J. G. S. et al. **Análise quantitativa de moluscos Pensilvanianos do dolomito Mocambo, Formação Piauí (Bacia do Parnaíba), José de Freitas- Piauí**. In: IV Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados, Rio de Janeiro, 2018a.

NASCIMENTO, J. G. S. et al. **Invertebrados Neocarboníferos (Pensilvaniano) da Bacia do Parnaíba como recurso de ensino na formação de professores**. In: IV Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados, Rio de Janeiro, 2018b.

NASCIMENTO, J. G. S. et al. **Uso didático de fósseis da Formação Piauí no curso de Ciências Biológicas do IFPI**. In: 8th Quadrennial Conference of the International Geoscience Education (GeoScieD), Campinas, 2018c.

OCAL, T. **Necessity of Cultural Historical Heritage Education in Social Teaching**. Creative Education. v.7. p.396-406, 2016.

PELEGRINI, S. C. A. **Cultura e natureza**: os desafios das práticas preservacionistas na esfera do patrimônio cultural e ambiental. Revista Brasileira de História. São Paulo, v. 26, n. 51, p. 115 – 140, 2006.

PESSIS, A. M. **Imagens da pré-história**: Parque Nacional Serra da Capivara. FUMDHAM/PETROBRÁS, 2003.

PIRANHA, J. M.; DEL LAMA, E. A., BACCI, L. C. D. **Geoparks in Brazil**: strategy of Geoconservation and Development. Geoheritage, v. 3, p. 289-298, 2011.

PONCIANO, L. C. M. O. et al. **Afloramento Fossilífero de Oiti, Bacia do Parnaíba, PI - Registro de um mar devoniano no Nordeste do Brasil**. 2010. In: WINGE, M. et al. Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM, 2013. v. 3. p. 332.

PONCIANO, L. C. O.; MACHADO, D. M. C.; CASTRO, A. R. S. F. **Patrimônio paleontológico**. In: Soares, M. B. (org.). A Paleontologia na sala de aula. 1 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Paleontologia. p. 460-472, 2015.

PONTE, M. L. **Educação Patrimonial e em Geociências para um ensino contextualizado**- Possibilidades e limitações na educação formal. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino e História de Ciências da Terra) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

RAVELOSON, M. L. T. et al. **The contribution of Paleontology in the development of Geotourism in the Northwestern Madagascar**: a preliminary assessment. Geoheritage, 2018.

SALVAN, H. M. **Un problème d'actualité**: La sauvegarde du patrimoine géologique. Quelques réflexions. In: Symposiu International sur la protection du Patrimoine Géologique, 1994.

SANTOS, M.E.C.M; CARVALHO M.S.S. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. Rio de Janeiro: CPRM Serviço Geológico do Brasil – DGM/DIPALE - 2009.

SCHOBENHAUS, C. et al. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, 2002. v. 1. p. 554.

SILVA, P. A. S. et al. **Mares epicontinentais carbonáticos Pensilvanianos das bacias do Amazonas e Parnaíba**. Boletim de Mineralogia e Geoquímica Aplicada. Ano 5. n. 3. 2018.

SOARES, M. B. (org.). **A Paleontologia na sala de aula**. 2015. 1 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2015.

UNESCO (BRASIL)/IPHAN. **Gestão do patrimônio mundial natural**. Brasília: UNESCO (BRASIL), IPHAN, 2016.

UNESCO. **Convenção para a proteção do patrimônio mundial, cultural e natural**. 1972. Disponível em: <https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>. Acesso em: 19 de dez de 2018.

ZABINI, C.; ANELLI, L.E.; LEME, J.M. **First occurrence of a lingulide (Brachiopoda: Lingulidae) at Piauí Formation (Upper Carboniferous), Parnaíba Basin, Brazil**. Revista Brasileira de Paleontologia. v. 19, p. 527-530, 2017.

ZANIRATO, S. H.; RIBEIRO, W. C. **Patrimônio cultural: a percepção da natureza como um bem não renovável**. Revista Brasileira de História, São Paulo. n. 51. v. 26. p. 251-262, 2006.

MECANISMO PARA SIMULAR O CAMINHAR DE UM BRAQUIOSSAURO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 12/06/2020

Fabio da Silva Bortoli

IFSP - Instituto Federal de São Paulo
São Paulo - SP
<http://lattes.cnpq.br/0152063930197631>

Carlos Frajuca

IFSP - Instituto Federal de São Paulo
São Paulo - SP
<http://lattes.cnpq.br/0923886564574568>

RESUMO: Este trabalho é um primeiro estudo a identificar um mecanismo mecânico para simular a caminhada do braquiossauro com o objetivo de desenvolver um braquiossauro mecânico semelhante. O movimento começa com motores de rotação nos quais o movimento é transformado no movimento de caminhada do braquiossauro. Ao mesmo tempo, essa rotação do motor causa movimento na cauda com o objetivo de estabilizar a caminhada. O estudo é realizado no software Linkage Mechanism Designer versão 3.8.1 - 2018 - 64 bits. O estudo mostra que o mecanismo imita o braquiossauro avançando apenas alterando a frequência dos passos, as outras características são as mesmas.

PALAVRAS-CHAVE: Braquiossauro, Caminhada do Braquiossauro, Mecanismo para Caminhada.

MECHANISM TO SIMULATE BRACHIOSAURUS WALKING

ABSTRACT: This work is a first study to identify a mechanical mechanism to simulate the brachiosaurus walk with the objective of developing a similar mechanical brachiosaurus. The movement starts with rotation motors in which the movement is transformed into the brachiosaurus walking movement. At the same time this engine rotation causes movement in the tail with the purpose of stabilization of the walk. The study is performed in the software Linkage Mechanism Designer version 3.8.1 - 2018 - 64 bit. The study shows that the mechanism mimics the brachiosaurus walking forward only changing the steps frequency, the other characteristics are the same.

KEYWORDS: Brachiosaurus, Brachiosaurus Walking, Walking Mechanism.

1 | INTRODUÇÃO

O braquiossauro é um gênero de dinossauro saurópode que viveu na América do Norte durante o Final do Período Jurássico, cerca de 154 a 153 milhões de anos atrás. Foi descrito pela primeira vez pelo paleontólogo americano Elmer S. Riggs em 1903 (RIGGS, 1903) a partir de fósseis encontrados no vale do rio Colorado, no oeste do Colorado, Estados Unidos. Riggs nomeou o dinossauro *Brachiosaurus altithorax*; o nome genérico é grego para “lagarto do braço”, em referência aos seus braços proporcionalmente longos, e

o nome específico significa “peito profundo”. Estima-se que o braquiossauro tenha entre 18 e 21 metros de comprimento; as estimativas de peso variam de 28,3 a 58 toneladas. Tinha um pescoço desproporcionalmente longo, crânio pequeno e tamanho geral grande, todos típicos dos saurópodes. Atipicamente, o braquiossauro tinha membros anteriores mais longos do que os posteriores, o que resultou em um tronco muito inclinado e uma cauda proporcionalmente mais curta.

O braquiossauro é o gênero homônimo da família Brachiosauridae, que inclui vários outros saurópodes semelhantes. As representações mais populares do braquiossauro são de fato baseadas no Giraffatitan, um gênero de dinossauro braquiossauro da Formação Tendaguru da Tanzânia. O giraffatitano foi originalmente descrito pelo paleontólogo alemão Werner Janensch em 1914 como uma espécie de braquiossauro, *B. brancai*, mas mudou-se para seu próprio gênero em 2009. Três outras espécies de braquiossauros foram nomeadas com base em fósseis encontrados na África e na Europa; dois não são mais considerados válidos e um terceiro se tornou um gênero separado, o lusotitano.

O espécime tipo de *B. altithorax* ainda é o espécime mais completo, e acredita-se que apenas alguns outros espécimes pertencem ao mesmo gênero, tornando-o um dos saurópodes mais raros da Formação Morrison. É considerado um navegador alto, possivelmente cortando ou beliscando vegetação a uma altura de 9 metros do solo. Ele foi usado como exemplo de um dinossauro que provavelmente era ectotérmico devido ao seu tamanho grande e à necessidade correspondente de forragem suficiente, mas pesquisas mais recentes sugerem que era de sangue quente. Entre os mais icônicos e inicialmente considerados um dos maiores dinossauros.

O gênero *Brachiosaurus* é baseado em um esqueleto pós-craniano parcial descoberto em 1900 no vale do rio Colorado, perto de Fruita, Colorado (GLUT, 1997). Esse espécime, que mais tarde foi declarado holótipo, vem de rochas do Membro da Bacia Brushy da Formação Morrison, e, portanto, tem idade de Kimmeridgian tardia, com cerca de 154 a 153 milhões de anos (TURNER, 1999), descoberto pelo paleontólogo americano Elmer S. Riggs e sua equipe do Field Columbian Museum (agora o Field Museum of Natural History) de Chicago,

A maioria das estimativas do tamanho do braquiossauro *altithorax* baseia-se no braquiossauro girafatitano relacionado (anteriormente conhecido como *B. brancai*), que é conhecido por material muito mais completo que o braquiossauro. As duas espécies são os maiores braquiossauros dos quais, restos relativamente extensos foram descobertos.

Há outro elemento de incerteza para o braquiossauro norte-americano, porque o espécime do tipo (e mais completo) parece representar um subadulto, como indicado pela sutura não fundida entre o coracóide, um osso da cintura escapular que faz parte da articulação do ombro, e a escápula (omoplata) (TAYLOR, 2009). Ao longo dos anos, a massa de *B. altithorax* foi estimada em 35,0 toneladas (PAULO, 1988), 28,3 toneladas (SEEBACHER, 2001), 43,9 toneladas (FOSTER, 2003), 28,7 toneladas (TAYLOR, 2009),

56,3 toneladas (BENSON, 2014) e 58 toneladas (BENSON, 2018). O comprimento do braquiossauro foi estimado em 20–21 metros (PAUL, 1988) e 18 metros, (FOSTER, 2007) e sua altura em 9,4 metros (FOSTER, 2007) e 12 a 13 metros (KLEIN, 2011).

Em tal cenário nos lançamos um desafio: o de desenvolver um sistema que, envolvendo tecnologia e conhecimento mecânico, conseguisse reproduzir o caminhar do braquiossauro. Os movimentos envolvidos no caminhar do braquiossauro foram estimados à partir de um vídeo (PAVITT, 2016).

Acerca dos autores: os dois autores são tem origem em engenharia mecânica e trabalham com a parte mecânica da detecção de ondas gravitacionais (BORTOLI, 2010, 2016 e 2019) (FRAJUCA, 2002, 2004, 2005, 2006, 2008 e 2018) mas sempre tiveram fascinação para com a paleontologia.

2 | A TRAJETÓRIA DO MOVIMENTO DA PERNA DIANTEIRA

As pernas dianteiras possuem a articulação superior ligada ao tronco em um ponto menos elevado que a perna traseira, o que torna estas pernas menores que as traseiras. A sua articulação intermediária (“joelho”), ao se mover, projeta-se para trás.

3 | A TRAJETÓRIA DO MOVIMENTO DA PERNA TRASEIRA

As pernas traseiras diferem das pernas dianteiras em alguns aspectos: a sua articulação superior está ligada ao tronco em um ponto mais elevado, o que torna as pernas traseiras maiores que as dianteiras; a sua articulação intermediária (joelho), ao se mover, projeta-se para a frente.

4 | O MOVIMENTO DE CADA PERNA

Para analisar o movimento de impulsão de uma das pernas, dianteira ou traseira, é importante perceber que o pé, ao se deslocar para trás em relação a um referencial fixado na articulação superior, percorre uma trajetória retilínea, que está associada a um ponto do chão que vai sendo deixado para trás. O movimento no sentido oposto obriga o pé a se elevar em relação ao chão para, só então, mover-se rapidamente para a frente.

5 | O SINCRONISMO ENTRE AS PERNAS

Enquanto o brontossauro caminha, os três pés que permanecem em contato com o chão se movem para trás e são estes os que produzem o seu movimento para a frente. Possuem, portanto, a mesma velocidade, em módulo, que a do animal. Além disso são estas pernas e pés que sustentam todo o peso e as forças inerciais de grande magnitude envolvidas.

O pé que permanece suspenso ao se mover, está efetuando o seu ciclo morto, ou seja, a parte de seu movimento que não colabora com o movimento do espécime. E mais, estará efetuando um movimento em um intervalo de tempo em torno da quarta parte dos demais pés. Isso implica que sua velocidade, em módulo, deve ser em torno de 4 vezes a dos demais pés, para que esteja apto a realizar o seu próximo ciclo útil ou motor.

6 I MECANISMOS ARTICULADOS DE QUATRO BARRAS

Neste estudo foram utilizados “mecanismos articulados de quatro barras” (Artobolevski, 1976) associados, como base para um projeto de um sistema mecânico, que possa reproduzir os movimentos das quatro pernas de um brontossauro ao caminhar. A figura 1 mostra a representação de um mecanismo articulado de 4 barras, como os utilizados no sistema deste estudo.



Figura 1: Em um mecanismo articulado de quatro barras, as barras são representadas por linhas simples numeradas e as suas articulações são representadas por círculos que são numerados com os números das barras que conecta. A barra 1 corresponde ao sistema inercial ou base do mecanismo.

A figura 2 mostra a representação dos mecanismos desenvolvidos para as quatro pernas de um brontossauro.

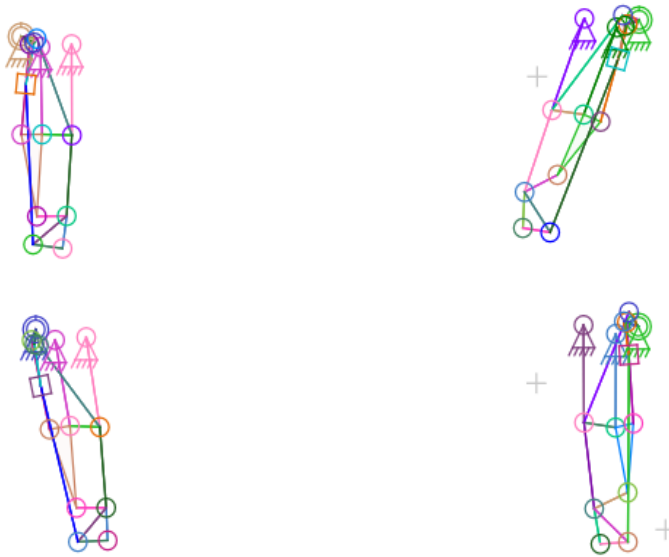


Figura 2: Na figura estão representadas as quatro pernas de um brontossauro. Na parte superior estão as pernas dianteira e traseira direitas e na parte inferior as pernas dianteira e traseira esquerdas, respectivamente..Nesta figura foram omitidas as identificações de cada elemento

Os mecanismos de quatro barras, devido às suas semelhanças espaciais e as muitas possibilidades de configuração pareceram ser a melhor opção para representar o movimento do caminhar destes animais. Mas também impõem a difícil tarefa de definir as dimensões de cada um de seus elementos. Um outro desafio é estabelecer um sistema que determine o sincronismo entre os movimentos das pernas. A figura 3 mostra o movimento relativo entre as 4 pernas, em posições diferentes, durante o movimento para a frente da perna dianteira esquerda, estando esta em seu movimento morto. Nesta etapa do estudo não foi desenvolvido um sistema de sincronismo.

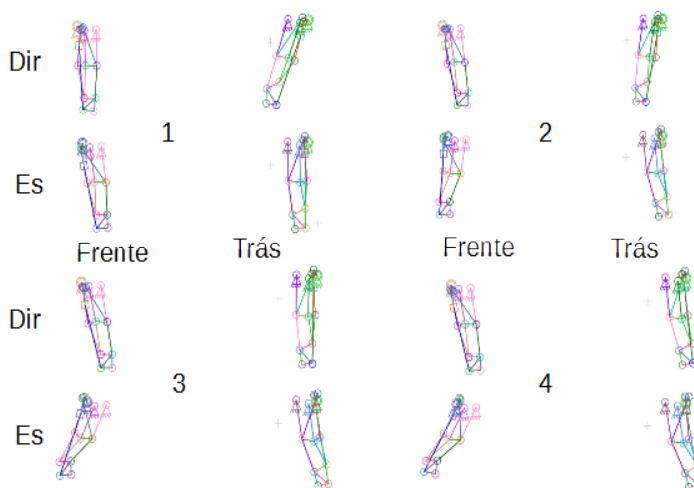


Figura 3: A sequência de instantâneos acima indica a posição relativa das quatro pernas de brontossauro enquanto a sua perna dianteira esquerda se desloca para a frente em seu ciclo morto.

7 | CONCLUSÕES

Nesta fase do estudo uma única etapa da caminhada do Brontossauro foi reproduzida. A próxima fase é incorporar mais um mecanismo ao sistema já desenvolvido, que terá a função de sincronizar os movimentos das quatro pernas do Brontossauro. Este novo sistema incluirá quatro mecanismos “cruz de malta” ou “roda de Genebra”, além de quatro catracas. A simulação será feita no software Solidworks.

REFERÊNCIAS

ARTOBOLEVSKI, L. L. **Mecanismos en la tecnica moderna**. Moscou, Ed. Mir. v.1, 1976.

BENSON, R. B. J.; CAMPIONE, N.S.E.; CARRANO, M.T.; MANNION, P. D.; SULLIVAN, C.; UPCHURCH, P.; EVANS, D. C.. **Rates of Dinosaur Body Mass Evolution Indicate 170 Million Years of Sustained Ecological Innovation on the Avian Stem Lineage**. *PLOS Biology*. v.12 (5): e1001853, 2014.

BENSON, R. B. J.; HUNT, G.; CARRANO, M.T.; CAMPIONE, N.; MANNION, P. . **Cope’s rule and the adaptive landscape of dinosaur body size evolution**. *Palaeontology*. v. 61 (1): 13–48. doi:10.1111/pala.12329, 2018.

BORTOLI, F. S. *et al.*. **A physical criterion for validating the method used to design mechanical impedance matchers for Mario Schenberg’s transducers**. *Journal of Physics: Conference Series*, v.228, 012011, 2010.

BORTOLI, F. S. *et al.*. **On the massive antenna suspension system in the Brazilian gravitational wave detector Schenberg**. *Brazilian Journal of Physics*, v.46, 308, 2016.

BORTOLI, F. S. *et al.*. **On the cabling seismic isolation for the microwave transducers of the Schenberg detector.** *Brazilian Journal of Physics*, v.49, 133, 2019.

FOSTER, J.R.. ***Paleoecological analysis of the vertebrate fauna of the Morrison Formation (Upper Jurassic), Rocky Mountain region, U.S.A.*** New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin v.23. Albuquerque, New Mexico: New Mexico Museum of Natural History and Science, 2003.

FOSTER, J.. ***Brachiosaurus altithorax.*** *Jurassic West: The Dinosaurs of the Morrison Formation and Their World.* Indianapolis: Ed. Indiana University Press. p. 205–208. ISBN 978-0253348708, 2007.

FRAJUCA, C. *et al.*. **Transducers for the Brazilian gravitational wave detector ‘Mario Schenberg’.** *Class. Quantum Grav.*, v.19, 1961, 2002.

FRAJUCA, C. *et al.*. **A noise model for the Brazilian gravitational wave detector ‘Mario Schenberg’.** *Class. Quantum Grav.*, v.21 1107, 2004.

FRAJUCA, C., BORTOLI, F. S., MAGALHAES, N. S.. **Resonant transducers for spherical gravitational wave detectors.** *Brazilian Journal of Physics*, v.35, 1201, 2005.

FRAJUCA, C., BORTOLI, F. S., MAGALHAES, N. S.. **Studying a new shape for mechanical impedance matchers in Mario Schenberg transducers.** *Journal of Physics: Conference Series*, v.32, 319, 2006.

FRAJUCA, C., MAGALHAES, N. S., HORIGUTI, A. M.. **Study of six mechanical impedance matchers on a spherical gravitational wave detector.** *Journal of Physics: Conference Series*, v.122, 012029, 2008.

FRAJUCA, C. *et al.*. **Optimization of a composite quadrupole mass at high-speed rotation.** *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, Vol. 40 319, 2018.

GLUT, D.F.. ***Brachiosaurus.*** *Dinosaurs: The Encyclopedia.* Ed. McFarland & Company. p. 213–221. ISBN 978-0-89950-917-4, 1997.

KLEIN, Nicole; REMES, Kristian; GEE, Carole T.; SANDER, P. Martin. **Appendix: Compilation of published body mass data for a variety of basal sauropodomorphs and sauropods.** *Biology of the sauropod dinosaurs.* Ed. Indiana University Press. p. 317–320. ISBN 978-0-253-35508-9, 2011.

PAUL, G.S.. **The brachiosaur giants of the Morrison and Tendaguru with a description of a new subgenus, *Giraffatitan*, and a comparison of the world’s largest dinosaurs.** *Hunteria*. V.2 (3), 1988.

PAVITT, Dane. **Marching dinosaurs. Animated size comparison.** <https://www.youtube.com/watch?v=rRieAmGWHU>

RIGGS, E.S.. ***Brachiosaurus altithorax, the largest known dinosaur.*** *American Journal of Science*. 4. v.15(88): p. 299–306, 1903.

SEEBACHER, F.. **A new method to calculate allometric length-mass relationships of dinosaurs.** *Journal of Vertebrate Paleontology*. v.21 (1): p. 51–60. doi:10.1671/0272-4634(2001)021[0051:ANMTC A]2.0.CO;2. ISSN 0272-4634, 2001.

TAYLOR, M.P.. **A re-evaluation of *Brachiosaurus altithorax* Riggs 1903 (Dinosauria, Sauropoda) and its generic separation from *Giraffatitan brancai* (Janensch 1914).** *Journal of Vertebrate Paleontology*. v.29 (3): p. 787–806, 2009.

TURNER, C.E.; PETERSON, F.. **Biostratigraphy of dinosaurs in the Upper Jurassic Morrison Formation of the Western Interior, USA.** Em Gillette, David D. (ed.). *Vertebrate Paleontology in Utah*. Miscellaneous Publication 99-1. Salt Lake City, Utah: Utah Geological Survey. p. 77–114. ISBN 978-1-55791-634-1, 1999.

CAPÍTULO 4

CLASSIFICAÇÃO SISTEMÁTICA DE BIVALVES FÓSSEIS DO CRÉTACEO SUPERIOR DA BACIA BAURU - FORMAÇÃO PRESIDENTE PRUDENTE, DA REGIÃO DE PRESIDENTE PRUDENTE - SP

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Donato Jesus Martucci Neto

Laboratório Analítico em Paleontologia, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal Ituiutaba, MG
<http://lattes.cnpq.br/5403210508431468>

Sabrina Coelho Rodrigues

Laboratório Analítico em Paleontologia, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal Ituiutaba, MG
<http://lattes.cnpq.br/6084841166197777>

RESUMO: A Bacia Bauru abrange uma área aproximadamente de 370.000 km², estando presente em quatro estados brasileiros Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás, além de grande parte dessa área (cerca de 42%) corresponder ao estado de São Paulo. Em relação a rochas de idade cretácea, a Bacia Bauru possui a mais extensa sucessão sedimentar de idade da América do Sul, especialmente considerando o contexto sedimentar continental. O filo Molusca representa o segundo maior grupo do reino animal em termos de diversidade atual e fóssil, ao qual pertence à classe dos Bivalves, que inclui animais como as ostras, mexilhões e vieiras. Ambientes sedimentares continentais do período Cretáceo revelam afloramentos de rochas contendo moluscos bivalves, porém é de se notar que o grupo em questão é pouco

estudado e necessita de mais trabalhos para um melhor entendimento de sua taxonomia, ecologia e diversidade. O presente trabalho apresenta classificação sistemática de bivalves fósseis coletados na região de Presidente Prudente, SP, em afloramento da Formação Presidente Prudente (Bacia Bauru, Cretáceo Superior). Com base nas informações coletadas, análises laboratoriais, técnicas de preparação e estudos bibliográficos, foi possível fazer a identificação de 3 espécies taxonomicamente distintas, sendo elas *Taxodontites paulistanensis*; *Diplodon arrudai* e *Anodontites pricei*.

PALAVRAS-CHAVE: Relações morfométricas, *Taxodontites paulistanensis*, *Diplodon arrudai*, *Anodontites pricei*.

SYSTEMATIC CLASSIFICATION OF FOSSIL BIVALVES OF THE UPPER CRETACEOUS OF BAURU BASIN - PRESIDENTE PRUDENTE FORMATION, FROM PRESIDENTE PRUDENTE REGION - SP

ABSTRACT: The Bauru Basin covers an area of approximately 370,000 km², being present in four Brazilian states Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul and Goiás, and a large part of this area (about 42%) corresponds to the state of São Paulo. In relation to rocks of Cretaceous age the Bauru Basin has the most extensive sedimentary succession of South America, especially considering the continental sedimentary context. The phylum Mollusca represents the second largest group of the animal kingdom in terms of current and fossil diversity, to which belongs the

class of Bivalves, which includes animals such as oysters, mussels and scallops. Continental sedimentary environments of the Cretaceous period reveal rock outcrops containing bivalve molluscs, but it is worth noting that the group in question is little studied and needs more research for a better understanding of its taxonomy, ecology and diversity. The present work presents the systematic classification of fossil bivalves collected in the region of Presidente Prudente, SP, in outcropping of the Presidente Prudente Formation(Bauru Basin, Upper Cretaceous).Based on the information collected, laboratory analyzes, research techniques and bibliographic studies, it was possible to identify three distinct taxonomic species, being *Taxodontites paulistanensis*; *Diplodon arrudai*; *Anodontites pricei*.

KEYWORDS: Morphometric relationships, *Taxodontites paulistanensis*, *Diplodon arrudai*, *Anodontites pricei*.

1 | INTRODUÇÃO

A Bacia Bauru abrange uma área aproximadamente de 370.000 km², grande parte dessa área cerca de 42% está presente no estado de São Paulo, estando presente em outros quatro estados Brasileiros, Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás (Figura 1). Em relação a rochas de idade cretácea a Bacia Bauru possui a mais extensa sucessão sedimentar de idade cretácea da América do Sul. (GHILARDI; CARBONARO; SIMONE, 2010).

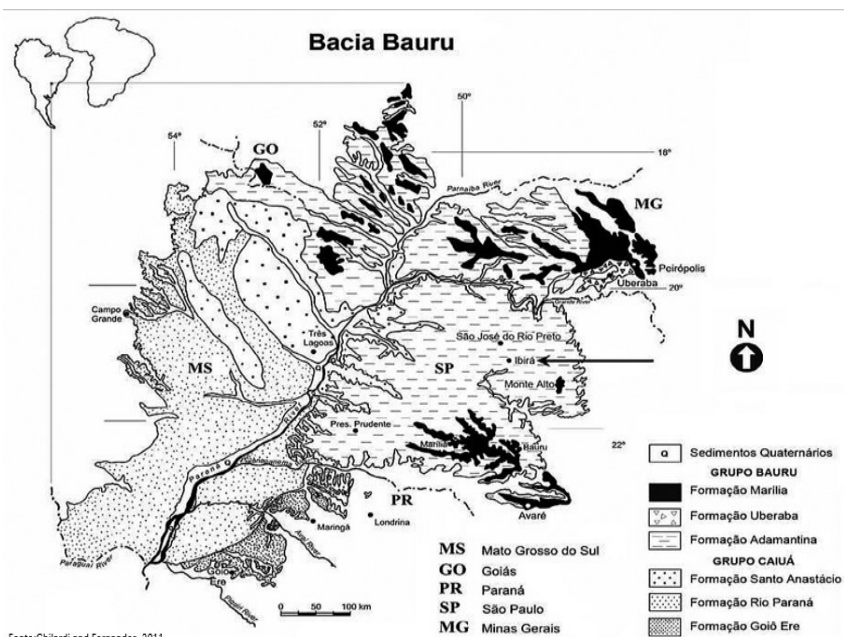
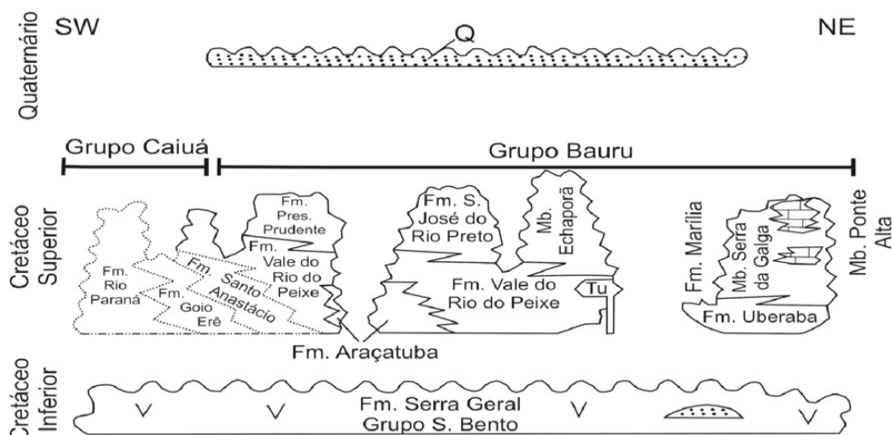


Figura 1: Mapa da Bacia Bauru com a localização de Ibirá, SP. Modificado de Fernandez e Coimbra. (1996).

Após a ruptura do continente Gondwanico e a abertura do Oceano Atlântico formou-se a Bacia Bauru por subsidência termo-mecânica, sendo uma bacia de tipo continental interior. Nessa bacia acumulou uma sequência sedimentar essencialmente arenosa, possuindo uma estrutura máxima preservada máxima de 300 metros, tendo a espessura em torno de 100 metros em algumas localizações. O principal substrato a partir de onde a Bacia Bauru se desenvolveu são rochas vulcânicas sobretudo basalto (FERNANDES; COIMBRA, 2000).

Tem se discutido a idade da gênese da Bacia Bauru, alguns autores defendem que essa formação ocorreu no Coniciano, outros estudos apontam que ocorreu no Maastrichtiano, no presente trabalho será utilizado os estudos de Fernandes (1998) considerando que a Bacia Bauru tem idade Coniciano-Maastrichtiano, utilizando a relação da idade atribuída a fósseis de vertebrados, idade absoluta de intercalações de rocha vulcânicas e pela correlação com estudos da sedimentação na Bacia de Santos (FERNANDES, 1998).

A Formação Presidente Prudente ocorre na parte Superior dos interflúvios dos Rios do Peixe e Paranapanema na região de Presidente Prudente, essa formação tem exposições nas imediações de Presidente Prudente e Adamantina, possui uma espessura máxima de rochas preservadas de 50 metros, medidas obtidas a partir de perfurações de poços de água subterrânea (FERNANDES, 2004). É formada por arenitos muito finos a fino estes sendo dominantes, encontra-se também lamitos arenosos com estratificação cruzada acanalada isoladas ou múltiplas, são encontrados lamitos argilosos que em geral são maciços em estratos tabulares, os arenitos apresentam coloração marrom-avermelhado a bege, os lamitos apresentam coloração marrom-escuro.



Fonte: Gravina (2002), adaptado de Fernandes(1998) e Fernandes&Coimbra (1999).

Figura 2: Esquema cronoestratigráfico da Bacia Bauru. Adaptado de Fernandes (1998) e Fernandes&Coimbra (1999).

Os invertebrados fósseis auxiliam e são de grande importância para o estudo de paleontologia, esses animais são estudados em interpretações paleoambientais, bioestratigrafias e paleogeografia, os macroinvertebrados possuem uma representatividade alta no registro fossilífero, tendo uma grande variedade de espécies como moluscos, braquiópodes, insetos, ostrocodes, isopodos, decápodes entre outros. (GHILARDI; CARONARO; SIMONE, 2010).

Os Bivalves tem grande importância para estudos Paleontológicos e Paleoambientais, pois existe uma forte correlação entre o formato da concha e os hábitos de vida. Os bivalves modernos podem ter hábitos de vida variados, escavadores rasos, escavadores profundos, semiendobiontes, epibiontes, repousantes, livre natantes e perfuradores, todos essas hábitos estão intimamente relacionados a fatores ambientais como tipo de substrato e grau de energia das águas, estudos paleoecológicos tendem a associar análise morfofuncional e abundância de espécimes/espécies em relação aos hábitos de vida em um estrato para inferências batimétricas e condições de substrato e agitação das águas. (CARVALHO, 2011). Neste trabalho é feita classificação sistemática de bivalves fósseis da Bacia Bauru (Formação Presidente Prudente, Cretáceo Superior), amostrados em afloramentos de rocha na região de Presidente Prudente, SP, com vistas a discussões acerca da paleodiversidade do grupo, durante os paleoambientes do Cretáceo Continental representado pela Bacia Bauru.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de coleta e procedência do material

O material estudado foi coletado na região de Presidente Prudente, Trevo as margens da rodovia Assis Chateaubriand, (22° M' 458" S e 51° 25" 935" W), essa região está integrada na Bacia Bauru – Formação Presidente Prudente. O material foi coletado pela equipe do LAPALMA (Laboratório de Paleontologia de Macroinvertebrados – Universidade Estadual Paulista, *campus* de Bauru) após escolhido o local de coleta, foram feitas coletas de material sedimentar da área. O material foi encaminhado ao laboratório e em seguida todos os espécimes coletados foram catalogados com um número de série referente à Coleção Científica do laboratório.

O material então foi encaminhado para o LABAP (Laboratório de Paleontologia Analítica, curso de Ciências Biológicas do Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia).

2.2 Preparação

As amostras foram primeiramente levadas a bancada de preparação física, onde com a ajuda de brocas odontológicas e sondas exploradoras foi retirado o material sedimentar para expor feições taxonômicas dos espécimes. Essa limpeza física também foi

importante para o posterior registro fotográfico. Após a preparação física foram tiradas as medidas (Altura, Largura, Área) de todos os espécimes utilizando paquímetro digital com precisão de 0- 150mm. Dispondo de uma lupa foram analisadas as feições morfológicas como linhas de crescimento, melhor observação da posição do umbo, cicatrizes musculares. Posteriormente analisando o conjunto de informações foi feita a Classificação Sistemática dos espécimes estudados, com base na literatura especializada (e.g., MEZZALIRA, 1974)

3 I RESULTADOS

Após feita a análise laboratorial dos 52 espécimes coletados, foi possível identificar 3 táxons diferentes de Bivalves dulcícolas, *Anodontites paulistanensis* (N:9), *Anodontites pricei* (N:2), *Diplodon arrudai* (N:24), totalizando 36 exemplares, devido a fragmentação não foi possível fazer a identificação de 18 espécimes. Utilizando a metodologia proposta por Mezzalira (1974) foram analisados a Morfologia (Formato da concha, Valva direita ou esquerda, Posicionamento do umbo) e Morfometria (Altura, Largura, Área).

3.1 Classificação Sistemática

Classe Bivalvia

Superfamília Muteloidea Parodiz & Bonetto, 1963

Família Mutelidae Swainson, 1840

Genêro *Taxodontites* Simone & Mezzalira, 1994

Taxodontites paulistanensis Mezzalira, 1994

Localidade: Trevo as margens da rodovia Assis Chateaubriand, SP.(GPS)

Contexto estrátigráfico: Bacia Bauru, Formação Presidente Prudente, Cretáceo Superior.

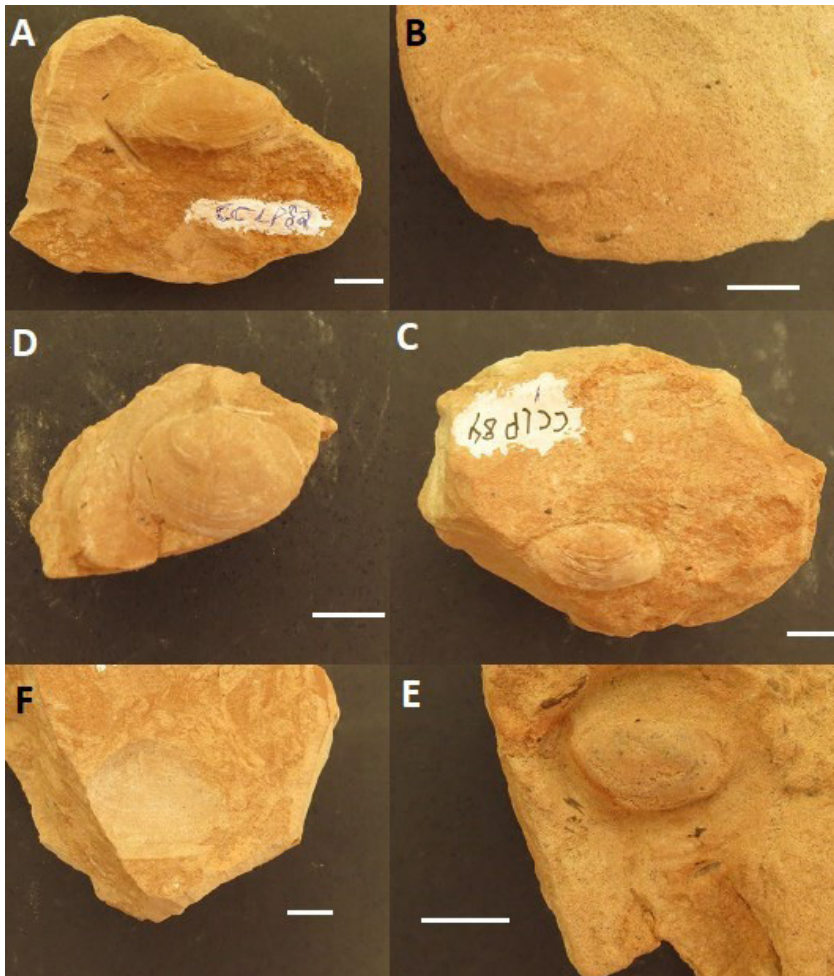


Figura 3: Seis espécimes (A -CCLP82; B -CCLP85; C - CCLP84; D -CCLP807; E -CCLP81; F -CCLP804) do gênero *Taxodontites paulistanensis* A a E - moldes externos; F - molde interno - Escala = 1cm.

Classe Bivalvia

Família Hyriidae

Gênero *Diplodon* Spix, 1827

? *Diplodon arrudai* Mezzalira, 1974

Localidade: Trevo as margens da rodovia Assis Chateaubriand, SP. Contexto estratigráfico: Bacia Bauru, Formação Presidente Prudente, Cretáceo Superior.

Contexto estratigráfico: Bacia Bauru, Formação Presidente Prudente, Cretáceo Superior.

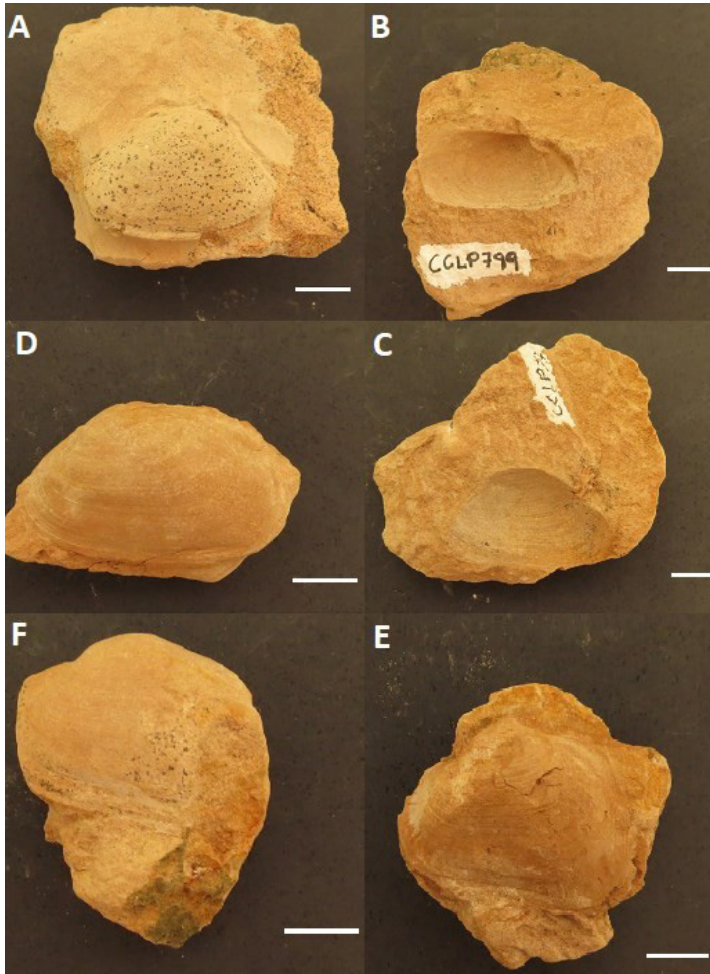


Figura 4: Seis espécimes (A -CCLP869; B -CCLP799; C -CCLP777; D – CCLP798; E -CCL79; F -CCLP751B) do gênero ?*Diplodon arrudai*, A,D,E,F- Moldes externos; B,C- Moldes internos – Escala = 1cm.

Classe Bivalvia

Subclasse Paleoheterodonta Newell

Ordem Unionoidea

Superfamília Etherioidea

Família Mycetopodidae Gray, 1840 Gênero Anodontites Bruguiere, 1972 *Anodontites pricei* Mezzalana, 1974

Localidade: Trevo as margens da rodovia Assis Chateaubriand, SP. Contexto estratigráfico: Bacia Bauru, Formação Presidente Prudente, Cretáceo Superior.

Contexto estratigráfico: Bacia Bauru, Formação Presidente Prudente, Cretáceo Superior.

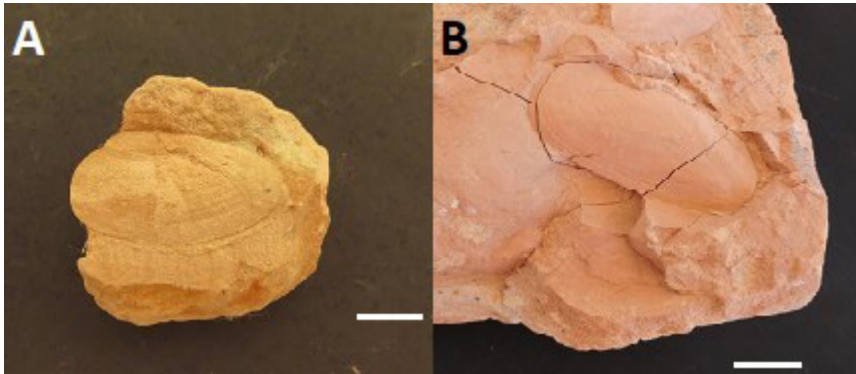


Figura 5: Dois exemplares (A- CCLP747; B- CCLP858A) do gênero *Anodontites pricei*, A,B- Moldes externos – Escala= 1cm.

4 | DISCUSSÃO

No atual trabalho foram encontradas 3 espécies de bivalves fósseis (*Taxodontites paulistanensis*, *?Diplodon arrudai*, *Anodontites pricei*) duas já eram esperadas ser encontradas nessa região. Mezzalira (1974) fez a descrição taxonômica de uma grande variedade de bivalves fósseis entre elas estão *Taxodontites paulistanensis* e *Diplodon arrudai* que foram descritas para a Formação Presidente Prudente.

Dentre as espécies estudadas por (Mezzalira, 1974) está o táxon da *Anodontites pricei* que foi descrita apenas para a Formação Marília, porém após analisar todo o material coletado para a realização deste trabalho, foi possível observar que o táxon *Anodontites pricei* tem uma diversidade e distribuição geográfica maior do que a já descrita para a espécie. Essa maior diversidade apresentada na Formação Presidente Prudente pode estar relacionada a fatores biológicos de favorecimento do desenvolvimento das espécies nessa região, ou ainda preservacionais, em que o contexto deposicional que gerou as rochas da Formação Presidente Prudente tenha favorecido a representatividade dos bivalves no registro sedimentar. Esses resultados indicam que esse é um dos temas que necessitam ser explorados no futuro, pois a Bacia Bauru possui um rico conteúdo fossilífero, porém, conforme destacado por Ghilardi e Carbonaro (2010), o táxon dos moluscos é o menos estudado, tanto em termos taxonômicos e quanto paleoecológicos.

5 | CONCLUSÃO

A coleta feita pelo LAPALMA (Laboratório de Paleontologia de Macroinvertebrados – Universidade Estadual Paulista, campus Bauru) permitiu identificar três táxons sendo eles: *Taxodontites paulistanensis* Mezzalira, 1974; *Diplodon arrudai* Mezzalira, 1974; e *Anodontites pricei* Mezzalira, 1974; e nos permitiu observar uma nova ocorrência para o gênero *Anodontites pricei* antes descrita apenas para a região de Uberaba-MG

na Formação Marília agora descrita para a região de Presidente Prudente-SP, Formação Presidente Prudente. Fica evidente que os bivalves da Bacia Bauru carecem de estudos mais aprofundados de cunho paleontológico, paleoambientais e taxonômicos para um melhor entendimento dessa classe tão abundante e tão diversificada.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, I. de S. 2011. **Paleontologia: Microfósseis, Paleoinvertebrados**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 531 p.

FERNANDES, Luiz Alberto. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. 1998. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERNANDES, Luiz Alberto. **Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1: 1.000. 000. Boletim Paranaense de Geociências**, v. 55, 2004.

FERNANDES, Luiz Alberto; COIMBRA, Armando Márcio. **Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo)**. Revista brasileira de Geociências, v. 30, n. 4, p. 717-728, 2017

MEZZALIRA, Sérgio. **Contribuição AO CONHECIMENTO DA ESTRATIGRAFIA E PALEONTOLOGIA DO ARENITO BAURU. 1974**. 197 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geociências, Universidade de São Paulo, 0, 1974.

GHILARDI, Renato Pirani; CARBONARO, Fábio Augusto; SIMONE, Luiz Ricardo L. **Physa mezzalirai: um novo gastrópode da Formação Adamantina (Bacia Bauru), Cretáceo Superior, São Paulo, Brasil**. Gaea-Journal of Geoscience, v. 6, n. 2, p. 63-68, 2010.

TAFONOMIA ATUALÍSTICA DESCRITIVA DOS SEDIMENTOS DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS (BA)

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 30/05/2020

Carolina de Almeida Poggio

Instituto de Biologia, Universidade Federal da
Bahia - Salvador - Bahia
CV: <http://lattes.cnpq.br/5183745425567567>

José Maria Landim Dominguez

Instituto de Geociências, Universidade Federal
da Bahia - Salvador - Bahia
CV: <http://lattes.cnpq.br/0345959348124698>

Paulo de Oliveira Mafalda Junior

Instituto de Biologia, Universidade Federal da
Bahia - Salvador - Bahia
CV: <http://lattes.cnpq.br/3316562315839076>

RESUMO: Os sedimentos recentes são uma fonte rica de dados tafonômicos, os quais representam elementos importantes para uma melhor compreensão dos processos de fossilização e das análises paleoambientais. Na Baía de Todos os Santos (BTS), a segunda maior baía brasileira, encontra-se uma grande variedade de ambientes em seu entorno e no seu interior, que favorece a biodiversidade marinha da área. Associada a essa diversidade está a heterogeneidade dos tipos de fundo, que reflete diretamente na composição dos sedimentos biogênicos superficiais da baía e consequentemente nos processos tafonômicos atuantes nesses sedimentos. Em vista disso, o presente estudo teve como objetivo investigar os processos tafonômicos atuantes nos sedimentos da BTS

a fim de verificar sua relação com as condições ambientais da referida baía. Sedimentos foram amostrados com um van-Veen, em 32 estações amostrais. Em cada amostra foram separadas as primeiras 150 partículas biogênicas por fração granulométrica até o tamanho areia grossa (> 0,500 mm), para a realização das análises tafonômicas. As seguintes assinaturas foram consideradas: brilho, abrasão, dissolução, bioerosão e incrustação. A abrasão ocorreu em 100% das partículas biogênicas, dissolução em 64%, bioerosão em 47%, incrustação em 11% e brilho em 16%. Dentre os parâmetros ambientais analisados apenas o teor de carbonato apresentou relação positiva com a bioerosão e o teor de lama apresentou relação negativa com a bioerosão e com a incrustação. Foi possível constatar que os processos tafonômicos registrados são o reflexo das condições ambientais da baía, um ambiente semi-fechado, apresentando geralmente energia baixa a moderada e uma grande diversidade de tipos de fundo.

PALAVRAS-CHAVE: biogênicos recentes, processos tafonômicos, baía.

ACTUALISTIC TAPHONOMY OF SEDIMENTS FROM TODOS- OS- SANTOS-BAY, BAHIA

ABSTRACT: Recent sediments are a rich source of taphonomic data, which represent important elements for a better understanding of fossilization processes and paleoenvironmental analyzes. In Todos os Santos Bay (BTS), the second largest Brazilian bay, a wide variety of environments are found in its surroundings and in its interior, which favors the marine biodiversity of

the area. Associated with this diversity is the heterogeneity of the bottom types, which directly reflects in the composition of the bay's superficial biogenic sediments and consequently in the taphonomic processes active in these sediments. Given this, the present study aimed to investigate the taphonomic processes acting on BTS sediments to verify their relationship with the environmental conditions of that bay. Sediments were sampled with a van-Veen, at 32 sampling stations. In each sample, the first 150 biogenic particles were separated by granulometric fraction up to coarse sand size (> 0.500 mm), to perform the taphonomic analyzes. The following signatures were considered: gloss, abrasion, dissolution, bioerosion and encrustation. Abrasion occurred in 100% of the biogenic particles, dissolution in 64%, bioerosion in 47%, encrustation in 11% and gloss in 16%. Among the environmental parameters analyzed, only the carbonate content showed a positive relationship with bioerosion and the mud content showed a negative relationship with bioerosion and encrustation. It was possible to verify that the taphonomic processes registered are a reflection of the environmental conditions of the bay, a semi-closed environment, presenting generally low to moderate energy and a great diversity of bottom types.

KEYWORDS: recent biogenic, taphonomic processes, bay.

1 | INTRODUÇÃO

Os sedimentos recentes são uma fonte rica de dados tafonômicos e por esse motivo muitos trabalhos na área de Paleontologia vêm utilizando os ambientes sedimentares modernos para verificar a origem e os fatores controladores dos processos tafonômicos e sua relação com diversos parâmetros ambientais (PARSONS-HUBBARD *et al.*, 2011; POWELL *et al.*, 2011). Os resultados desses estudos têm sido utilizados como subsídio para interpretações paleontológicas, uma vez que propõem correlacionar análogos modernos com condições semelhantes encontradas nas assembleias fósseis (BEHRENSMEYER & KIDWELL, 1985; CALLENDER *et al.*, 1992). Essa linha de pesquisa retrata de maneira precisa a aplicação prática da teoria do Uniformitarismo e do princípio do Atualismo (*sensu* HUTTON, 1785), quando propõe adotar como base os processos do presente para explicar aqueles do passado. Seguindo essa tendência, a Tafonomia Atualística vem ganhando espaço, representando uma importante ferramenta de análise com potencial para auxiliar na melhor compreensão dos processos atrelados ao registro fóssil e na reconstrução de ambientes antigos (BEHRENSMEYER & KIDWELL, 1985; KOWALEWSKI & LABARBERA, 2004).

As partículas biogênicas são objeto principal das análises tafonômicas. Elas são produzidas por diversos tipos de organismos, dentre os quais os mais comuns são moluscos, foraminíferos, briozoários, equinodermos, poliquetas, crustáceos, corais e algas calcárias (ILLING, 1954). Durante sua permanência na interface água-sedimento, elas passam por processos que determinam seu estado de preservação (BEHRENSMEYER & KIDWELL, 1985). São processos físicos, químicos e biológicos, responsáveis pela alteração do tamanho, da cor e da forma dos grãos, que começam a atuar logo após a

morte do organismo (BRETT & BAIRD, 1986; CALLENDER *et al.*, 1992). Esse conjunto de informações é o reflexo das condições existentes no ambiente e sua análise é uma forma útil para caracterizar o ambiente de deposição (KIDWELL *et al.*, 1986). Baseado nestes pressupostos, o presente trabalho teve como objetivo investigar os processos tafonômicos atuantes nos sedimentos da Baía de Todos os Santos a fim de verificar sua relação com as condições ambientais da baía.

2 | ÁREA DE ESTUDO

A Baía de Todos os Santos (BTS) está localizada na região nordeste do Brasil (Figura 1). É considerada a segunda maior baía brasileira (LESSA *et al.*, 2009) e apresenta um histórico considerável de atividades humanas em seu entorno. Observa-se em seu interior um conjunto de estuários e baías secundárias, e 54 ilhas, das quais as maiores são Itaparica, Frade, Maré e Madre de Deus. Em geral apresenta baixa profundidade, até 10 m, e características marinhas ao longo de todo o ano (LESSA *et al.*, 2009).

A BTS representa uma feição costeira com morfologia fortemente controlada por falhas, associadas à Bacia Sedimentar do Recôncavo, delimitada a oeste pela falha de Maragojipe e a leste pela falha de Salvador (DOMINGUEZ & BITTENCOURT, 2009). Os estudos sobre seus sedimentos superficiais do fundo iniciaram-se há mais de 30 anos e sempre destacaram suas características texturais. Dominguez & Bittencourt (2009) caracterizaram quatro fácies sedimentares principais nesta baía: (i) fácies de areia quartzosa, (ii) fácies lama, (iii) fácies areia e cascalho biodetríticos e (iv) fácies mista. As fácies retratam a heterogeneidade do fundo da BTS e associadas a elas há também uma considerável variedade de ambientes, dentre eles praias arenosas, rochosas, lodosas, extensos manguezais, além dos recifes coralíneos. Estes últimos bordejam, quase continuamente, a parte leste e sudeste da Ilha de Itaparica, estão presentes ao redor da Ilha de Madre de Deus e no litoral de Salvador, bem como formam bancos entre as Ilhas de Maré e dos Frades (BARROS JUNIOR *et al.*, 2009).

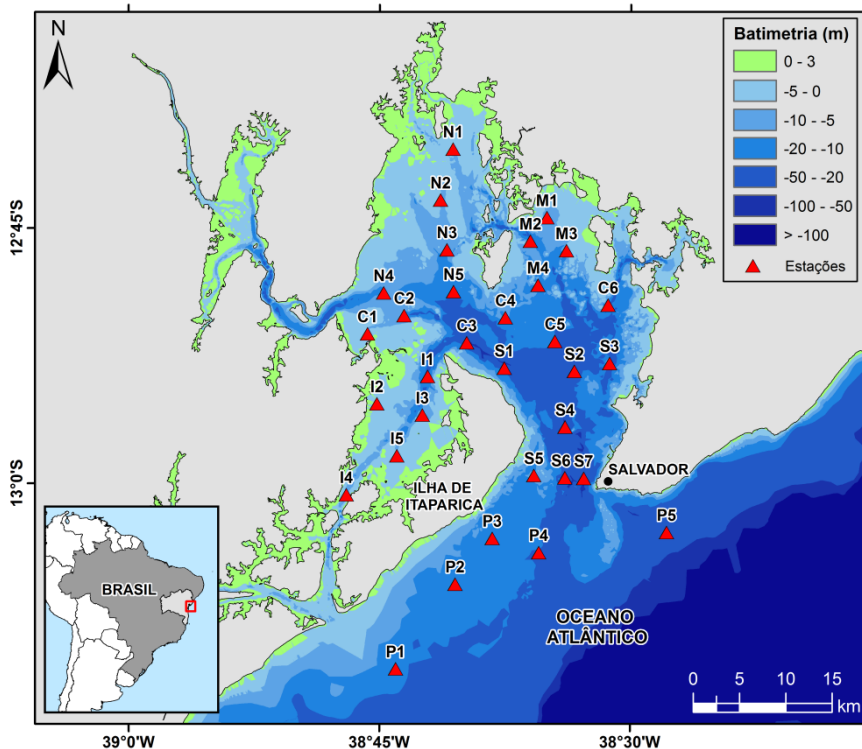


Figura 1 - Localização da Baía de Todos os Santos e das estações amostrais

3 I MATERIAIS E MÉTODOS

Sedimentos foram amostrados utilizando-se um busca-fundo do tipo van Veen, em 32 estações (Figura 1), distribuídas em seis grandes áreas, de modo que diferentes ambientes sedimentares e com características oceanográficas distintas fossem representados. Dados de profundidade foram obtidos por meio de ecossonda. Em laboratório, todas as amostras foram submetidas aos procedimentos de peneiramento (frações > 0,062), em intervalos de um phi, e de pipetagem (frações < 0,062) (SUGUIO, 1973), para a obtenção dos dados granulométricos. O teor de carbonato das amostras foi estimado por meio de digestão em ácido clorídrico e o conteúdo orgânico utilizando-se água oxigenada (GROSS, 1971).

A identificação das partículas biogênicas e a descrição dos processos tafonômicos foram realizadas em um estereomicroscópio binocular, considerando as primeiras 150 partículas (KIDWELL *et al.*, 2001), em cada fração granulométrica até o tamanho areia grossa (> 0,500 mm). Elas foram identificadas de acordo com as características morfológicas definidas pelos espécimes de organismos que as originaram e com auxílio das seguintes referências bibliográficas: Illing (1954), Milliman (1974). Os dados tafonômicos foram obtidos conforme as características externas apresentadas pelas partículas biogênicas levando-se em consideração a presença de brilho, abrasão, dissolução, bioerosão e incrustação,

segundo critérios adotados em Powell *et al.*(1989) e Behrensmeier *et al.*(2000). Valores de abundância relativa de cada assinatura foram considerados para verificar a predominância dos processos tafonômicos, inclusive para cada um dos principais grandes grupos taxonômicos representantes dos sedimentos biogênicos.

O coeficiente de correlação (r) foi estimado com o objetivo de medir a intensidade (%) e o tipo (positiva ou negativa) da associação existente entre duas variáveis quantitativas (CALLEGARI-JACQUES, 2004). As variáveis dependentes consideradas foram os percentuais das assinaturas tafonômicas, enquanto as variáveis independentes foram aquelas referentes aos parâmetros ambientais: profundidade, teor de carbonato e lama nos sedimentos. Para dados paramétricos foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson e para dados não-paramétricos o coeficiente de correlação de Spearman, utilizando o programa GraphPadInStat 3.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do estado de preservação de partículas biogênicas contidas nos sedimentos é realizada com base no registro de processos físicos, químicos e biológicos, tais como abrasão, dissolução, bioerosão e incrustação, conhecidos como assinaturas tafonômicas, responsáveis pela alteração do tamanho e da forma dos grãos (MARTIN, 1999). Essas assinaturas foram descritas em partículas carbonáticas constituídas nos sedimentos da Baía de Todos os Santos (BTS) e os resultados indicaram que os processos tafonômicos predominantes foram aqueles relacionados ao desgaste dos grãos, como abrasão, dissolução e bioerosão.

A abrasão ocorreu em todas as amostras analisadas e em todas as partículas biogênicas (Tabela 1), em diversos níveis, desde ranhuras, sem muitos danos às estruturas, até fragmentações importantes capazes de causar a descaracterização do grão. De acordo com Powell *et al.*(1989), a abrasão tende a ser alta em ambientes de alta energia, porém a fragmentação não necessariamente, pois em ambientes de baixa energia ela pode ocorrer pela ação de predadores. Ainda segundo os autores, a dissolução e a bioerosão podem enfraquecer os grãos e facilitar sua fragmentação. Estes outros dois processos também foram comuns nos sedimentos da BTS. Em conjunto, todos estes fatores devem ter contribuído para que as partículas biogênicas da referida baía fossem encontradas, em sua maioria, fragmentadas (89%). Em relação ao nível de energia do ambiente e ao consequente transporte, Swinchatt (1965) recomenda que a condição de arredondamento dos grãos possa proporcionar uma melhor análise a respeito desta questão. De acordo com Poggio *et al.*(2019), a maior parte dos grãos sedimentares de origem biológica da BTS estão caracterizados como pouco arredondados ou muito pouco arredondados, indicando que, no geral, trata-se de um ambiente de baixa a moderada energia, corroborando com Lessa *et al.*(2009). Sendo assim, sugere-se que os processos de dissolução e bioerosão,

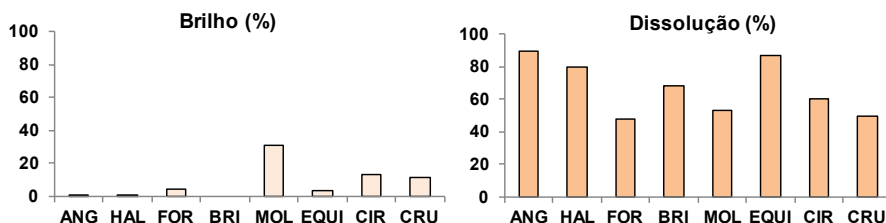
peelo fato de enfraquecer a estrutura dos grãos, teve papel efetivo para a fragmentação das partículas biogênicas da BTS.

Assinaturas tafonômicas	Partículas (%)	Amostras (%)	Profundidade (m)		Teor de carbonato		Teor de lama (%)	
			<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Abrasão	100	100	–	–	–	–	–	–
Dissolução	64	100	-0.1809	0,3218 ns	-0.3151	0,0790 ns	0.3227	0,0716 ns
Bioerosão	47	94	-0.0558	0,7616 ns	0.5558	0,0010***	-0.5965	0,0003***
Incrustação	11	66	0.3140	0,0801 ns	0.0640	0,7278 ns	-0.5656	0,0007***
Brilho	16	84	0.1885	0,3016 ns	-0.0154	0,9332 ns	0.2606	0,1497 ns

ns = não significativo * = significativo ** = muito significativo *** = altamente significativo

Tabela 1 - Processos tafonômicos atuantes nas partículas biogênicas da Baía de Todos os Santos e suas correlações com os parâmetros ambientais profundidade, teor de carbonato e teor de lama. Onde: *r* = coeficiente de correlação, *p* = significância do teste

A dissolução foi observada em mais da metade (64%) das partículas biogênicas analisadas nos sedimentos da BTS (Tabela 1), em níveis diferentes, ocorrendo de forma parcial ou total. Considerando a ação da dissolução naqueles principais grupos taxonômicos foi possível verificar que a maioria deles apresentou mais de 50% com esta condição (Figura 2). Os mais atingidos foram os fragmentos de algas calcárias não-geniculadas (rodófitas), algas *Halimeda* (clorófitas) e equinodermos. Os grupos que menos apresentaram suas estruturas dissolvidas foram foraminíferos e crustáceos. Essa diferença observada na ocorrência de dissolução nos diferentes grupos de organismos pode estar relacionada tanto à morfologia, quanto à microestrutura e à mineralogia da partícula biogênica, bem como ao seu tempo de permanência na interface água-sedimento (BEHRENSMEYER *et al.*, 2000; SMITH & NELSON, 2003).



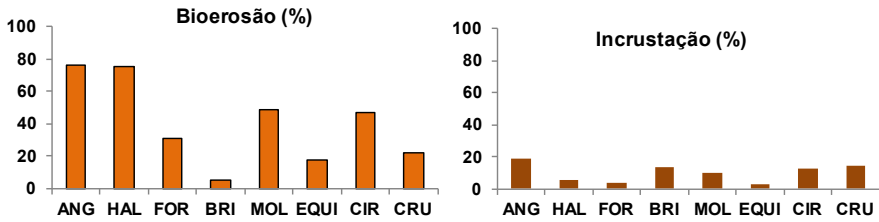


Figura 2 - Abundância relativa das partículas representantes dos principais grupos taxonômicos identificados nos sedimentos da Baía de Todos os Santos de acordo com as seguintes condições: brilho, dissolução, bioerosão e incrustação. Onde: ANG=algas calcárias não-geniculadas, HAL=algas *Halimeda*, FOR=foraminíferos, BRI=briozoários, MOL=moluscos, EQUI=equinodermos, CIR=cirrípedes, CRU=crustáceos.

Os minerais que constituem as partes duras dos organismos produtores de sedimento são: a opala, que é a sílica amorfa hidratada; a calcita, um dos mais estáveis e que pode conter variados teores de magnésio para formar a calcita magnesiana; e a aragonita, considerado o mais instável de todos (MENDES, 1988). Observa-se que entre aqueles grupos citados que apresentaram uma menor quantidade de partículas com dissolução, foraminíferos e crustáceos, contêm o mineral calcita na composição de seus esqueletos, de acordo com Mendes (1988). Esqueletos de aragonita tendem a ser mais suscetíveis à dissolução do que os de calcita, principalmente quando aliado a uma morfologia e estrutura também propícias a este fator (MOISSETTE, 2000; SMITH & NELSON, 2003). A presença de arestas e poros, que aumentam a superfície de contato do grão com o ambiente, por exemplo, contribui muito para que a dissolução ocorra (WALTER & MORSE, 1984). No presente estudo, aqueles grupos mais atingidos pela dissolução como algas calcárias não-geniculadas (rodófitas), algas *Halimeda*, equinodermos e briozoários são exemplos de grupos que possuem estrutura biomineralizada bastante porosa. Em um estudo realizado por Smith & Nelson (1994), eles concluíram que os esqueletos de briozoários compostos de aragonita, juntamente com os morfotipos coloniais mais frágeis, tendem a ser dissolvidos mais rapidamente antes e durante o soterramento. Portanto, a combinação da fragilidade do esqueleto, com maior porosidade e composição mineralógica menos estável, assim como maior tempo de exposição na interface água-sedimento ajuda a aumentar a ocorrência da dissolução nas partículas biogênicas.

Segundo Powell *et al.*(1989), a dissolução é um processo comumente observado em baías, pois trata-se de um ambiente costeiro semi-fechado, que pode apresentar condições quimicamente mais corrosivas para os grãos carbonáticos do que o ambiente marinho aberto. Na BTS, a dissolução foi verificada em todas as amostras, mas não foi possível constatar correlações significativas com as variáveis ambientais profundidade, teor de carbonato e teor de lama (ver tabela 1). Aparentemente, a dissolução foi causada

por diferentes variáveis na área de estudo, pois ela ocorreu intensamente na região norte da baía, onde foi observado o maior percentual de partículas biogênicas com esta condição (65%), juntamente com as maiores médias percentuais de lama (95%) e matéria orgânica (10%) nos sedimentos (Tabela 2). É muito comum ocorrer dissolução onde há níveis consideráveis de lama e matéria orgânica nos sedimentos (ALLER, 1982; BRETT & BAIRD, 1986). Por outro lado, a dissolução também ocorreu consideravelmente no Canal de Itaparica, no Canal de Salvador e na plataforma, onde foram encontradas muitas partículas com aspecto desgastado sugerindo um maior tempo de exposição na interface água-sedimento. Destaca-se o Canal de Itaparica, onde foi possível constatar que a dissolução foi bastante pronunciada entre as partículas biogênicas (49%), sendo esta uma região onde a profundidade média não ultrapassa nove metros e o teor de carbonato supera todas as demais (60%). Nessa região também foi verificado o maior índice de bioerosão (39%) (Tabela 2).

	Regiões da BTS					
	Norte	Nordeste	Central	Canal de Itaparica	Canal de Salvador	Plataforma de Salvador
Parâmetros ambientais:						
Profundidade (m)	8	10	17	9	32	21
Lama (%)	95	60	70	32	22	21
Matéria Orgânica (%)	10	6	6	3	2	2
Carbonato (%)	7	40	28	60	27	44
Assinaturas tafonômicas:						
Brilho	12	20	27	5	14	6
Dissolução	65	35	37	49	47	50
Bioerosão	22	39	33	39	29	34
Incrustação	1	5	2	6	10	10

Tabela 2 - Caracterização das diferentes regiões da Baía de Todos os Santos quanto aos parâmetros ambientais (média) e as assinaturas tafonômicas (%) analisados

Apesar de não ter sido verificada correlação da dissolução com o teor de carbonato, ela foi mais observada (66%) em locais tipicamente carbonáticos, ou seja, com mais de 50% de carbonato nos sedimentos, juntamente com a bioerosão (59%) (Figura 3).

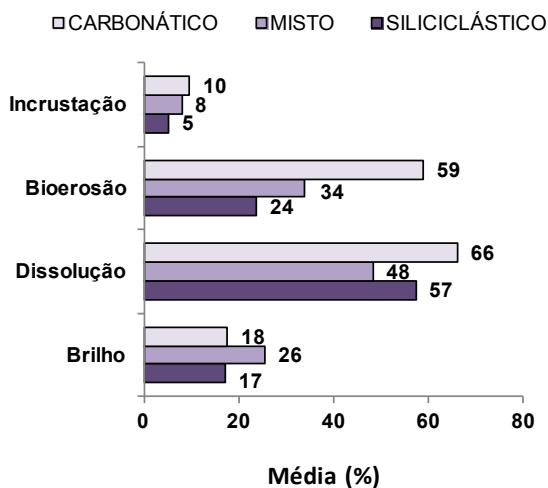


Figura 3 - Distribuição percentual das assinaturas tafonômicas quanto ao tipo de sedimento encontrado na Baía de Todos os Santos: carbonático (> 50% de carbonato), misto (30-50% de carbonato) ou siliciclástico (< 30% de carbonato) (classificação segundo BEST *et al.*, 2007)

A bioerosão foi observada em 47% das partículas biogênicas analisadas na BTS (ver tabela 1). Os grupos taxonômicos que apresentaram mais de 50% de bioerosão foram as algas *Halimeda* e as algas calcárias não-geniculadas (ver figura 2). Estes grupos apresentam estrutura carbonática caracteristicamente porosa e quando o organismo está vivo sua matriz orgânica se encontra facilmente acessível. De acordo com Perry (1998), o tipo de substrato disponível pelo organismo e pelo tipo de grão produzido por ele é um fator determinante para a ocorrência da bioerosão. Quanto mais poroso e maior for o grão, por exemplo, e quanto mais matriz orgânica o organismo disponibilizar, este será mais suscetível à ação de bioerodidores (PERRY, 1998; SMITH & NELSON, 2003).

A bioerosão esteve presente em 94% das amostras da BTS e apresentou correlação positiva com o teor de carbonato nos sedimentos (ver tabela 1), significando que os organismos bioerodidores estavam presentes principalmente nas regiões da baía onde o sedimento apresentou altos teores de carbonato. De fato, como citado anteriormente, o Canal de Itaparica apresentou um dos maiores índices de partículas bioerodidas (ver tabela 2). Ambientes carbonáticos geralmente são rasos e bem iluminados e por isso são propícios à proliferação de algas e fungos microendolíticos, que comumente colonizam o substrato do grão carbonático, agindo na sua degradação por meio da bioerosão (BRETT & BAIRD, 1986; BEST & KIDWELL, 2000). A bioerosão também apresentou correlação com o teor de lama no sedimento, porém esta foi negativa, sugerindo que a presença de bioerodidores pode estar mais relacionada à presença de substrato duro, corroborando com Fürsich & Flessa (1987). Esses autores sugerem que o padrão de bioerosão está ligado

à presença de substrato duro, assim como ao tempo de residência do grão na superfície, entretanto também argumentam que é comum ocorrer microbioerosão (por algas e fungo) em substratos lamosos. Best & Kidwell (2000), em um estudo realizado na costa do Panamá, observaram que a bioerosão em conchas de moluscos apresentou uma ocorrência baixa em ambientes lamosos e que houve uma alta diversidade de bioerodidores em ambientes com a presença de substrato duro, sugerindo que a bioerosão estivesse condicionada ao tipo de substrato disponível no ambiente.

A incrustação esteve presente em apenas 11% das partículas biogênicas na BTS (ver tabela 1). Diferente dos outros processos tafonômicos anteriormente descritos, que retratam a perda de carbonato, a incrustação significa incremento, e também pode proporcionar proteção às partículas biogênicas frente aos processos destrutivos, aumentando suas chances de preservação e fossilização (SMYTH, 1989; NEBELSICK *et al.*, 1997). No estudo realizado por Smyth (1989), por exemplo, ele observou que conchas incrustadas por algas calcárias sofreram menos bioerosão. Já Nebelsick *et al.*(1997), contataram que as incrustações observadas no esqueleto de equinóides agiram como uma proteção contra a abrasão.

As partículas biogênicas analisadas apresentaram um percentual baixo de incrustações, que variou de 4% à, no máximo, 19%. Algas calcárias não-geniculadas (19%), crustáceos (15%), briozoários (14%) e cirripédios (13%) foram aqueles grupos que apresentaram os maiores percentuais de incrustação (ver figura 2). Sugere-se que a ocorrência das incrustações esteja estreitamente relacionada às condições do ambiente e ao tempo de exposição do grão na interface água-sedimento (BRETT & BAIRD, 1986; FÜRSICH & FLESSA, 1987; MELDAHL & FLESSA, 1990). Ambientes que apresentam substrato disponível e baixa taxa de sedimentação, por exemplo, são extremamente favoráveis à ocorrência de organismos incrustantes (LESCINSKY *et al.*, 2002). Na BTS as incrustações estiveram presentes em 66% das amostras e apresentaram correlação negativa com o teor de lama. Ambientes lamosos são considerados hostis para organismos incrustantes, uma vez que há pouca disponibilidade de substrato para sua fixação (TAYLOR, 1990). Além disso, para que a incrustação ocorra o substrato deve estar exposto, por isso a sua ocorrência está relacionada ao tempo de permanência do grão na interface água-sedimento (MELDAHL & FLESSA, 1990; LESCINSKY *et al.*, 2002). Best & Kidwell (2000), sugerem que a baixa frequência de incrustação em ambientes lamosos parece refletir o pouco tempo de exposição do grão, que, por sua vez, deve ter relação com as altas taxas de produção de sedimento nestes ambientes. Ainda segundo os autores, a turbidez da água pode ser um fator adicional para os incrustantes dependentes de luz, tais como corais, algas e foraminíferos; e para aqueles sensíveis à presença de sedimento em suspensão, tais como os briozoários, que ocorrem preferencialmente em locais sem lama. Na BTS as incrustações foram encontradas principalmente na área do Canal de Salvador e da plataforma, onde o teor de lama não ultrapassa, em média, 22% (ver tabela 2).

Por fim, a condição brilho foi observada em apenas 16% das partículas biogênicas analisadas (ver tabela 1). Powell & Davies (1990) acreditam que o brilho e a coloração dos biogênicos são as características que refletem melhor o tempo de morte dos organismos produtores de sedimentos. De acordo com eles, o brilho e a cor natural estão presentes em grãos recentemente depositados. Mapes *et al* (2010) também observaram que as conchas por eles estudadas com cor e brilho preservados indicavam morte recente do animal. Na BTS, os grupos taxonômicos que apresentaram percentuais altos de partículas com brilho foram os moluscos (31%), indicando que este é o principal *taxa* que contribui ativamente para a produção de sedimentos recentes na referida baía. Essa condição foi observada em 84% das amostras analisadas, mas não apresentou correlação com as variáveis ambientais profundidade, teor de carbonato e teor de lama nos sedimentos (ver tabela 1). Ela foi mais pronunciada em sedimentos mistos (ver figura 3), e principalmente nas porções nordeste e central da BTS, regiões onde os moluscos dominam a produção de sedimentos biogênicos (POGGIO *et al.*, 2019).

5 | CONCLUSÕES

O uso da tafonomia descritiva aplicada às partículas biogênicas constituintes dos sedimentos da Baía de Todos os Santos mostrou ser uma boa ferramenta de correlação e interpretação das condições gerais do ambiente da baía. A análise tafonômica permitiu inferir sobre condição hidrodinâmica, tipo de fundo, retrabalhamento de sedimentos, taxa de sedimentação, ao mesmo tempo em que permitiu discutir sobre as características intrínsecas das estruturas biomineralizadas dos grupos taxonômicos analisados, incluindo mineralogia, morfologia e microestrutura, demonstrando que tanto características bióticas como abióticas devem ser levadas em consideração para o melhor entendimento dos processos de fossilização e das análises paleoecológicas e paleoambientais.

REFERÊNCIAS

- ALLER, R. C. Carbonate dissolution in nearshore terrigenous muds: the role of physical and biological reworking. **The Journal of Geology**, Chicago, v. 90, n. 1, p. 79-95, 1982.
- BARROS JUNIOR, F. C. R.; CRUZ, I. C. S.; KIKUCHI, R. K. P.; LEÃO, Z. M. A. N. Ambiente bentônico. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. (org.). **Baía de todos os santos: aspectos oceanográficos**. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 208-241.
- BEHRENSMEYER, A. K.; KIDWELL, S. M. Taphonomy's contributions to paleobiology. **Paleobiology**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 105-119, 1985.
- BEHRENSMEYER, A. K.; KIDWELL, S. M.; GASTALDO, R. A. Taphonomy and Paleobiology. **Paleobiology**, Cambridge, v. 26, n. S4, p. 103-147, 2000.

BEST, M. M. R.; KIDWELL, S. M. Bivalve taphonomy in tropical mixed siliciclastic-carbonate settings: I. Environmental variation in shell condition. **Paleobiology**, Cambridge, v. 26, n. 1, p. 80-102, 2000.

BEST, M. M. R.; KU, T. C. W.; KIDWELL, S. M.; WALTER, L. M. Carbonate preservation in shallow marine environments: unexpected role of tropical siliciclastics. **The Journal of Geology**, Chicago, v. 115, n. 4, p. 437-456, 2007.

BRETT, C. E.; BAIRD, G. C. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. **Palaios**, Virginia, v. 1, n. 3, p. 207-227, 1986.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed Editora SA, 2004. 255p.

MILLIMAN, J. D. **Marine carbonates**. 1. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1974. 375p.

CALLENDER, W. R.; POWELL, E. N.; STAFF, G. M.; DAVIES, D. J. Distinguishing autochthony, parautochthony and allochthony using taphofacies analysis: can cold seep assemblages be discriminated from assemblages of the nearshore and continental shelf? **Palaios**, Virginia, v. 7, n. 4, p. 409-421, 1992.

FÜRSHICH, F. T.; FLESSA, K. W. Taphonomy of tidal flat mollusks in the northern Gulf of California: paleoenvironment analysis despite the perils of preservation. **Palaios**, Virginia, v. 2, n. 6, p. 543-559, 1987.

GROSS, M. E. Carbon determination. In: CARVER, R. E. (org.). **Procedures in sedimentary petrology**. New York: Wiley-Interscience, 1971. p. 573-596.

HUTTON, J. Theory of the Earth; or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of land upon the Globe. **Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh**, Cambridge, v. 1, n. 2, p. 209-304, 1788.

ILLING, L. V. Bahaman calcareous sands. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, Virginia, v. 38, n. 1, p. 1-95, 1954.

KIDWELL, S. M.; FÜRSHICH, F. T.; AIGNER, T. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. **Palaios**, Virginia, v. 1, n. 3, p. 228-238, 1986.

KIDWELL, S. M.; ROTHFUS, T. A.; BEST, M. M. R. Sensitivity of taphonomic signatures to samples size, sieve size, damage scoring system and target taxa. **Palaios**, Virginia, v. 16, n. 1, p. 25-52, 2001.

KOWALEWSKI, M.; LABARBERA, M. Actualistic Taphonomy: death, decay, and disintegration in contemporary settings. **Palaios**, Virginia, v. 19, n. 5, p. 423-427, 2004.

LESSA, G. C.; CIRANO, M.; GENZ, F.; TANAJURA, C. A. S.; SILVA, R. R. Oceanografia Física. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. (org.). **Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos**. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 67-120.

LESCINSKY, H. L.; EDINGER, E.; RISCK, M. J. Mollusc shell encrustation and bioerosion rates in a modern epeiric sea: taphonomy experiments in the Java Sea, Indonesia. **Palaios**, Virginia, v. 17, n. 2, p. 171-191, 2002.

MAPES, R. H.; LANDMAN, N. H.; COCHRAN, K.; GOIRAN, C.; FORGES, B. R.; RENFRO, A. Early taphonomy and significance of naturally submerged Nautilus shells from the New Caledonia region. **Palaios**, Virginia, v. 25, n. 9, p. 597-610, 2010.

MELDAHL, K. H.; FLESSA, K. W. Taphonomic pathways and comparative biofacies and taphofacies in Recent intertidal shallow shelf environment. **Lethaia**, New Jersey, v. 23, n. 1, p. 43-60, 1990.

MENDES, J. C. **Paleontologia Básica**. 1. ed. São Paulo: Editora da USP, 1988. 347p.

MILLIMAN, J. D. **Marine carbonates**. 1. ed. Berlim: Springer-Verlag, 1974. 375p.

MOISSETTE, P. 2000. Changes in bryozoans assemblages and bathymetric variations. Examples of the Messinian northwest of Algeria. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 155, n. 3-4, p. 305-326.

NEBELSICK, J. H.; SCHMID, B.; STACHOWITSCH, M. The encrustation of fossil and recent sea-urchin tests: ecological and taphonomic significance. **Lethaia**, New Jersey, v. 30, n. 4, p. 271-284, 1997.

PARSONS-HUBBARD, K. M.; BRETT, C. E.; WALKER, S. E. Taphonomic field experiments and the role of the Shelf and Slope Experimental Taphonomy Initiative. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 312, n. 3-4, p. 195-208, 2011.

PERRY, C. T. Grains susceptibility to the effects of microboring: implications for the preservation of skeletal carbonates. **Sedimentology**, New Jersey, v. 45, n. 1, p. 39-51, 1998.

POGGIO, C. A.; DOMINGUEZ, J. M. L.; MAFALDA JUNIOR, P. O.; ALVES, O. F. S. 2019. Caracterização biofaciológica dos sedimentos da Baía de Todos os Santos, Brasil. **Rev. Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 103 - 115.

POWELL, E. N.; DAVIES, D. J. When is an "old" shell really old. **The Journal of Geology**, Chicago, v. 98, n. 6, p. 823-844, 1990.

POWELL, E. N.; STAFF, G. M.; CALLENDER, W. R.; ASHTON-ALCOX, K. A.; BRETT, C. E.; PARSONS-HUBBARD, K. M.; WALKER, S. E.; RAYMOND, A. The influence of molluscan taxon on taphofacies development over a broad range of environments of preservation: The SSETI experience. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v. 312, n. 3-4, p. 233-264, 2011.

POWELL, E. N.; STAFF, G. M.; DAVIES, D. J.; CALLENDER, W. R. Macrobenthic death assemblages in modern marine environments: formation, interpretation and application. **Reviews in Aquatic Sciences**, Berlim, v.1, n. 2, p. 555-589, 1989.

SMYTH, M. J. Bioerosion of gastropod shells: with emphasis on effects of coralline algal cover and shell microstructure. **Coral Reefs**, Berlim, v. 8, n. 2, p. 119-125, 1989.

SMITH, A. M.; NELSON, C. S. Selectivity in sea-floor processes: taphonomy of bryozoans. In: HAYWARD, P. J.; RYLAND, J. S.; TAYLOR, P. D. (org.) **Biology and Paleobiology of Bryozoans**. Fredensborg: Olsen & Olsen, 1994. p. 177-180.

SMITH, A. M.; NELSON, C. S. Effects of early sea-floor processes on the taphonomy of temperate shelf skeletal carbonate deposits. **Earth-Science Reviews**, Amsterdam, v. 63, n. 1-2, p. 1-31, 2003.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. 1. ed. São Paulo: Editora Blücher, 1973. 318p.

WALTER, L. M.; MORSE, J. W. Reactive surface area of skeletal carbonates during dissolution: effect of grain size. **Journal of Sedimentary Petrology**, Virginia, v. 54, n. 4, p. 1081-1090, 1984.

CAPÍTULO 6

RECONSTITUIÇÃO PALEOAMBIENTAL ATRAVÉS DE FITÓLITOS NO SAMBAQUI CASA DE PEDRA, SÃO FRANCISCO DO SUL-SC, BRASIL

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Heloisa Helena Gomes Coe

Departamento de Geografia, Faculdade de
Formação de Professores da UERJ
São Gonçalo – RJ
<http://lattes.cnpq.br/6581517407434571>

Dione da Rocha Bandeira

Programa de Pós-graduação em Patrimônio
Cultural e Sociedade, Laboratório de
Arqueologia e Patrimônio Arqueológico,
Universidade da Região de Joinville
Museu Arqueológico de Sambaqui de Joinville
Joinville - SC
<http://orcid.org/0000-0002-5878-769X>

Giliane Gessica Rasbold

Programa de Pós-Graduação em Ecologia
de Ambientes Aquáticos Continentais,
Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR
<https://orcid.org/0000-0001-7375-6261>

Rosa Cristina Corrêa Luz de Souza

Instituto de Física, Universidade Federal
Fluminense
Niterói - RJ
<https://orcid.org/0000-0002-3534-3770>

Karina Ferreira Chueng

Programa de Pós-graduação em Dinâmica
dos Oceanos e da Terra, Departamento de
Geologia, Universidade Federal Fluminense.
Niterói – RJ
<http://lattes.cnpq.br/2781873086686862>

Raphaella Rodrigues Dias

Programa de Pós-graduação em Dinâmica
dos Oceanos e da Terra, Departamento de
Geologia, Universidade Federal Fluminense.
Niterói – RJ
<https://orcid.org/0000-0002-8775-9313>

David Oldack Barcelos Ferreira Machado

Programa de Pós-graduação em Geografia,
Universidade Estadual de Campinas
Campinas, SP
<https://orcid.org/0000-0001-8902-2764>

Jessica Ferreira

Programa de Pós-graduação em Patrimônio
Cultural e Sociedade, Universidade da Região
de Joinville
Laboratório de Arqueologia e Patrimônio
Arqueológico
Joinville – SC
<https://orcid.org/0000-0003-2124-2757>

Celso Vieira Voss

Ciências Humanas e Biológicas, Universidade
da Região de Joinville
Joinville – SC
<https://orcid.org/0000-0002-1659-1584>

Julio Cesar de Sá

Programa de Pós-graduação em Patrimônio
Cultural e Sociedade, Laboratório de
Arqueologia e Patrimônio Arqueológico,
Universidade da Região de Joinville
Joinville – SC
<https://orcid.org/0000-0001-9525-9434>

RESUMO: Os sambaquis são sítios de pescadores-caçadores-coletores que contêm conjuntos da fauna e flora existentes à época em que se formaram. O sambaqui sob rocha Casa de Pedra (São Francisco do Sul), em Santa Catarina, foi estudado a partir de análises de fitólitos para interpretar aspectos do paleoambiente. Predominam gramíneas com presença de algumas árvores e palmeiras sem variação no tipo de vegetação ao longo do período de ocupação do sítio, entre 5470 e 4460 anos AP. Apesar da estabilidade da vegetação durante esse período, foi identificado um pequeno adensamento da cobertura arbórea da base para o topo, que pode estar ligado a um aumento na umidade, corroborando outros estudos paleoambientais realizados na Região Sul do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Sambaqui, Holoceno, fitólitos, paleoambiente

PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION USING PHYTOLITHS IN THE CASA DA PEDRA SHELLMOUND, SÃO FRANCISCO DO SUL-SC, BRAZIL

ABSTRACT: Shellmounds are archaeological sites built by groups of fishermen-hunter-gatherers that contain remains of fauna and flora existing at the time they were formed. The shellmound under rock Casa de Pedra, located in São Francisco do Sul, Santa Catarina, was studied through phytolith analyses to infer aspects of the paleoenvironment. Grasses predominate with the presence of some trees and palms, with no variation in vegetation type during the period of site occupation, between 5470 and 4460 years BP. Despite the stability of the vegetation, a small densification of the tree cover was identified from the base to the top, which may be related to an increase in humidity, in agreement with other paleoenvironmental studies carried out in the Southern Region of Brazil.

KEYWORDS: Shellmounds, Holocene, phytoliths, paleoenvironment

1 | INTRODUÇÃO

Os sambaquis são sítios arqueológicos pré-coloniais que ocorrem em abundância na região costeira do Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste. Construídos intencionalmente entre 7.000 e 1.000 anos AP, apresentam-se como acumulações cujo material predominante são conchas de moluscos em meio às quais diversos outros vestígios das sociedades que os construíram estão presentes, como restos de outros animais, artefatos e estruturas de sepultamentos (VILLAGRAN e GIANNINI, 2014). Pescadores-caçadores-coletores, fizeram uso de muitos recursos ambientais, predominando os marinhos. A presença das conchas cria um ambiente favorável à conservação de materiais orgânicos, fazendo destes sítios verdadeiros arquivos de informações sobre o ambiente antigo (VILLAGRAN, 2013). Esse tipo de sítio é dos mais pesquisados no Brasil, havendo vasta literatura sobre eles. Atualmente alguns são interpretados como antigos cemitérios e locais de grandes festins (KLÖKLER, 2016; VILLAGRAN, 2013; GASPAR *et al.*, 2018). Entretanto, pouco se conhece sobre as características climáticas e vegetacionais dos ambientes onde esses sítios se estabeleceram.

Para reconstituições da vegetação e inferências climáticas, dentre os vestígios florísticos destacam-se os fitólitos que, por serem constituídos de sílica, se preservam bem

sob condições oxidantes, como no sedimento de sambaquis, sendo bons indicadores para estudos paleoambientais (por exemplo PIPERNO, 1991, 2006; ALEXANDRE *et al.*, 1997, 1999; BREMOND *et al.*, 2005; CALEGARI *et al.*, 2015; COE *et al.*, 2013a,b, 2014, 2015, 2017a,b; LORENTE *et al.*, 2015; BARROS *et al.*, 2016; PAROLIN *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2015). Fitólitos são partículas microscópicas (<60-100 µm) de opala biogênica, que se formam por precipitação de sílica amorfa entre e no interior de células de diversas plantas vivas, formadas como resultado da absorção de ácido silícico [Si(OH)₄] da solução do solo pelas plantas (PIPERNO, 2006). A célula vegetal onde o fitólito é formado funciona como um “molde” que vai determinar a forma dessas partículas (COE e OSTERRIETH, 2014). Estas partículas são comumente usadas para documentação e reconstrução da biodiversidade, através da verificação da similaridade dos fitólitos do solo com os da vegetação típica de formações preservadas e reconstrução ambiental, uma vez que fitólitos são indicadores confiáveis da vegetação nativa e das plantas cultivadas (COE *et al.*, 2013b).

A análise de fitólitos tornou-se uma ferramenta arqueobotânica cada vez mais popular nas últimas décadas, principalmente para corroborar hipóteses relacionadas com a domesticação de várias culturas alimentares e ao estudo da dieta antiga, e são de particular importância em contextos onde outros restos de plantas são mal preservados. Numerosos estudos foram realizados com fitólitos extraídos de sedimentos arqueológicos e superfícies de artefatos (por exemplo SHILLITO, 2013; ISHIDA *et al.*, 2003), mas a análise de fitólitos recuperados de solos arqueológicos é menos comum (ASTUDILLO, 2018). No Brasil ainda existem poucos trabalhos com sedimentos de sítios arqueológicos podendo ser citados Wesolowski *et al.* (2007) em grupos de pescadores-coletores do litoral sul do Brasil; Pereira (2010), no sítio Garopaba IV situado no litoral de Santa Catarina; McMichael *et al.* (2013 e 2015) na Amazônia Ocidental; Watling *et al.* (2015) em cinco tipos de florestas no leste do Acre; Morcote-Ríos *et al.* (2016) em palmeiras amazônicas; Coe *et al.* (2017a) no Sambaqui da Tarioba, Rio das Ostras, RJ; Macedo *et al.* (2017) com terra preta da Amazônia; Iriarte *et al.* (2017), no sul da Amazônia; Watling *et al.* (2018), no sítio de Teotônio, Amazonas, e Chueng *et al.* (2018) na Área Arqueológica de Serra Negra, Minas Gerais. Nesses casos, as análises de fitólitos se mostraram promissoras para inferências de variações climáticas e um maior conhecimento do ambiente em que se processou a ocupação arqueológica regional.

A Ilha de São Francisco do Sul, situada no nordeste do estado de Santa Catarina é rica em sambaquis ainda minimamente pesquisados. Assim, este estudo tem como objetivo analisar os vestígios do sambaqui Casa de Pedra, patrimônio arqueológico pré-colonial, cuja ocupação humana se deu entre 5.470 ± 30 anos AP e 4.460 ± 30 anos AP em meados do Holoceno, bem como interpretá-lo numa perspectiva das mudanças climáticas na região sul da costa brasileira.

2 | ÁREA DE ESTUDO

A Baía Babitonga, situada no litoral norte de Santa Catarina, caracteriza-se como um complexo estuarino (VIEIRA e HORN FILHO, 2017). Morfologicamente, a baía Babitonga possui um canal principal no sentido NE/SO, com aproximadamente 3,8 km de largura e profundidades de até 28 m, assim como dois eixos alongados (canal do Palmital e do Linguado) no sentido SE/NO, mais estreitos, com largura máxima de 1,5 km e profundidades médias de 4 m (VIEIRA *et al.*, 2008) (Figura 1A, B, C).

Levantamentos e pesquisas deste patrimônio vêm sendo realizados desde a década de 1950 por Bigarella *et al.* (1954), Rohr (1984), Piazza (1974), Martin *et al.* (1988), Alves e Oliveira (2001), Bandeira (2004, 2005), Amaral (2008) entre outros. As áreas da Bioarqueologia e Zooarqueologia se destacam nas pesquisas realizadas na região que reforçam a supremacia do pescado frente a outros recursos marinhos (FOSSILE *et al.* 2019a; 2019b; FERREIRA *et al.* 2019). Pesquisas com material botânico são ainda rasas, como os artefatos feitos com fibras vegetais e madeiras do sambaqui Cubatão I (PEIXE *et al.*, 2016) e sobre o manejo de vegetais (PEZO- LANFRANCO *et al.*, 2018). A região apresenta um conjunto significativo de sítios do tipo sambaqui havendo registro de aproximadamente 160. Em todos os municípios que cercam a Baía (Balneário Barra do Sul, Araquari, Joinville, Garuva, Itapoá e São Francisco do Sul) e em muitas de suas ilhas eles estão presentes (Figura 1D). Com a produção da cal a partir das conchas dos sambaquis desde o período colonial e o crescimento das cidades com novos loteamentos e indústrias, muitos destes sítios vêm se perdendo (ZERGER *et al.*, 2017). Embora muitas pesquisas arqueológicas tenham sido realizadas na região, há muitos sítios não estudados e questões sobre estes povos não abordadas.

Uma das regiões mais preservada e rica em sambaquis é a faixa leste do município de São Francisco do Sul, que se estende desde a Prainha até o Canal do Linguado, seus extremos norte e sul, respectivamente. Ao longo de 30 km de costa foram registrados 32 sambaquis (dois com cerâmica Guarani e Jê), grande parte no interior do Parque Acaraí, uma unidade de conservação estadual e uma oficina lítica de polimento (Figura 1D). Em sua maioria os sítios sofreram algum tipo de impacto, no entanto, há alguns ainda intactos. Alguns deles foram parcialmente destruídos com a exploração da cal, o uso das conchas para a pavimentação de estradas ou sofreram intervenções a partir da utilização da área para agricultura (BANDEIRA *et al.*, 2015).

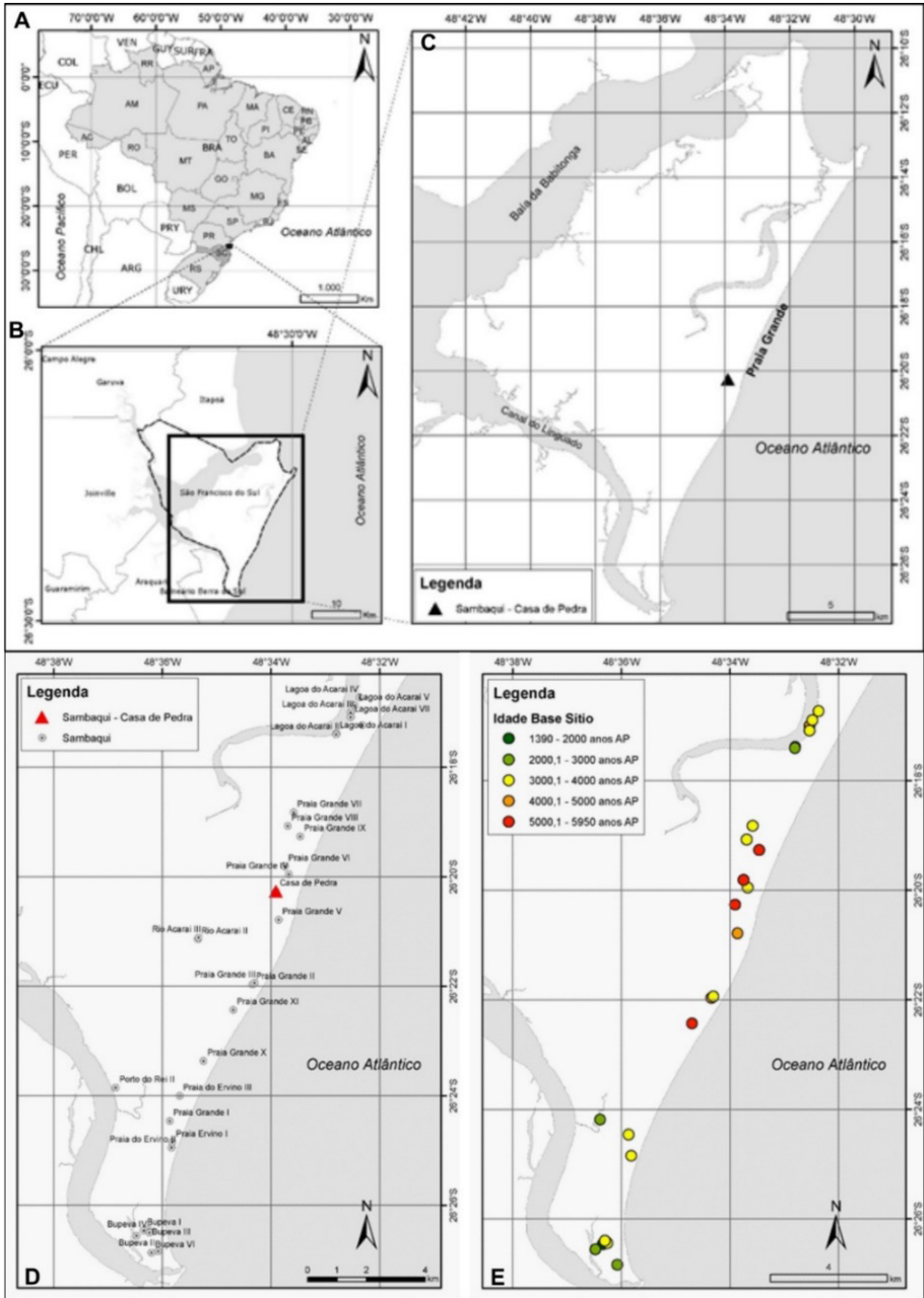


Figura 1. A) Localização da área de estudo com destaque para o estado de Santa Catarina; B) Localização do município de São Francisco do Sul no estado de Santa Catarina; C) Localização do sambaqui sob rocha Casa de Pedra no município de São Francisco do Sul; D) Localização dos sambaquis na área de estudo com destaque para o sambaqui sob rocha Casa de Pedra; E) Idades dos sítios estabelecidos na área de estudo, São Francisco do Sul, SC

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Escavação

O sambaqui Casa de Pedra apresenta características únicas, pois foi construído dentro de um abrigo natural de rochas (gnaisse), formado a partir da acomodação natural de blocos. O abrigo apresenta 7,20 m de largura e 10 m de profundidade; dentro dele há camada arqueológica constituída predominantemente de conchas com 37 m² e 38 cm de espessura. Este sítio foi identificado em 2002 (ALVES e OLIVEIRA, 2002) e começou a ser escavado em julho de 2015. A escavação foi executada em 30 setores de 1x1 (que receberam denominação alfanumérica) indicados na Figura 2A, decapados em níveis artificiais de 5 cm, com rebaixamento de 10 cm até o momento (BANDEIRA, 2015) (Figura 2A, B). O setor D5 foi escavado até 15 cm de profundidade e os os quadrantes nordeste dos setores D4 e B9 foram escavados até a camada estéril sob o sítio (Figura 2A). A vegetação atual no entorno do sítio é constituída por restinga arbórea.

As coletas para análise de fitólitos foram realizadas no perfil oeste do quadrante nordeste do setor D4, sendo 30 cm de camada arqueológica com conchas, 10 cm de transição (até o final da camada escura) e 10 cm na camada estéril (Figura 2). Este setor situa-se bem próximo da entrada do abrigo, como se pode ver na Figura 2A. Foram identificadas as seguintes camadas (Figura 3):

Camada 0 – espessura: 10 cm - já havia sido removida no momento da coleta (corresponde aos níveis 1 e 2 escavados).

Camada 1 – dividida em 1A (lado sul) e 1B (lado norte).

Camada 1A – espessura 5 mm – cor cinza claro. Parece ser estrutura de combustão. Conchas muito moídas e picadas com carvões, material que sofreu processo térmico. Mais compactada que 1B. Embaixo dessas conchas há sedimentos de cor bege escura. Foram coletadas 3 amostras: **1A1** (5mm de profundidade a partir do topo da camada, cor cinza clara); **1A2** (2,5 cm de profundidade a partir do topo da camada, cor bege); **1A3** (3 cm de profundidade a partir do topo da camada, com conchas mais claras).

Camada 1B – espessura 1 a 7 cm – cor cinza claro, conchas inteiras e mais escuras, matriz mais solta.

Camada 2 - espessura 7 cm – camada intermediária, mais clara, menos sedimentos; conchas soltas, sem sedimentos escuros. Camada mais solta, muita coisa esbranquiçada, mosqueada, no meio da matriz nacarada. Tem conchas quebradas e inteiras.

Camada 3 - espessura 12 cm – substrato arenoso escuro com mosqueados.

Camada 4 - espessura 11 cm – areia escura, com pouco material arqueológico.

Camada 5 - espessura 11 a 16 cm – areia clara, estéril.

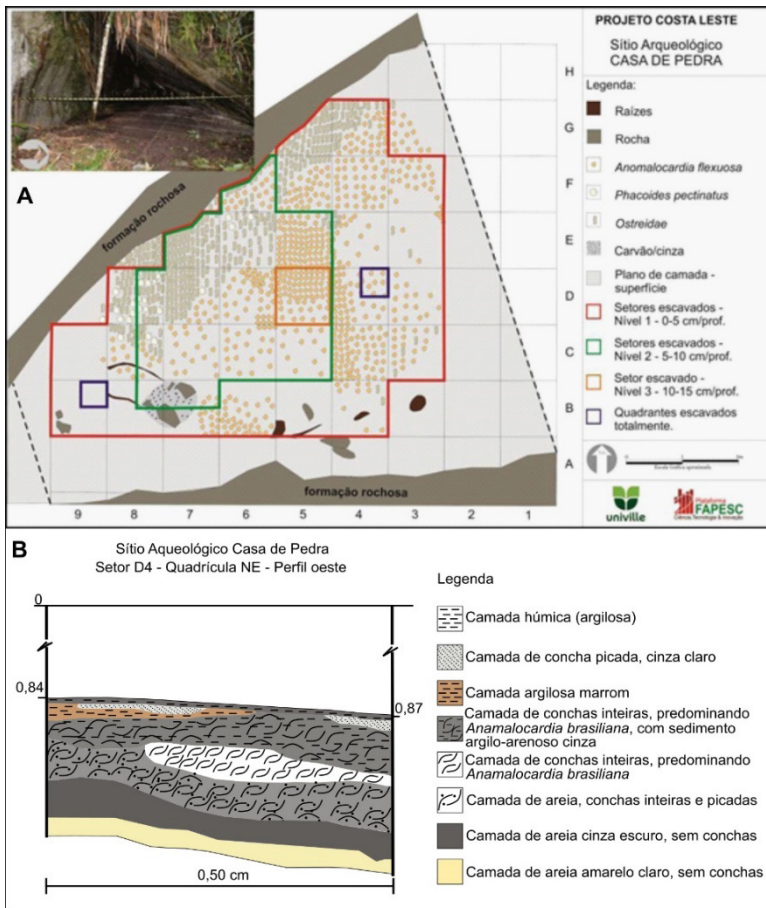


Figura 2. A) Croqui dos setores escavados no sambaqui Casa de Pedra, em São Francisco do Sul, SC. Fonte: Bandeira *et al.* (2018); B) Camadas identificadas e amostradas no Sambaqui Casa da Pedra, São Francisco do Sul, Santa Catarina.

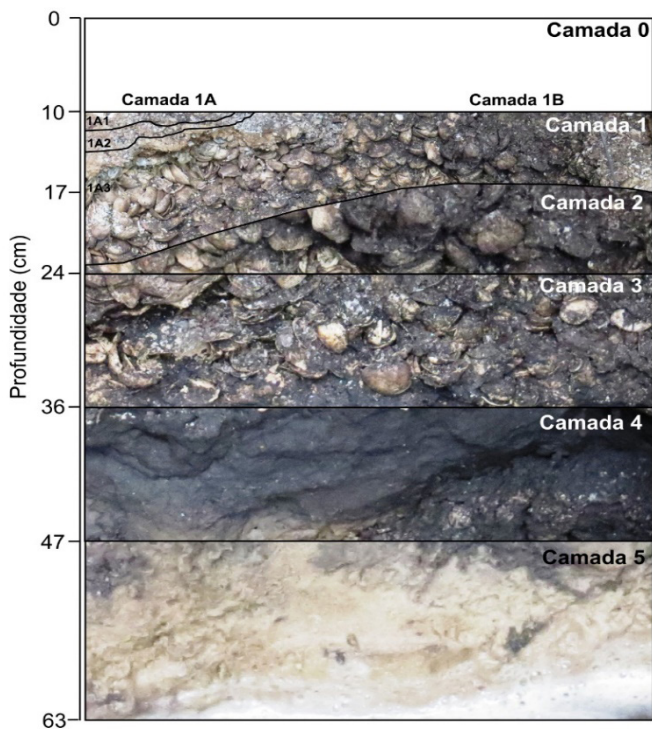


Figura 3: Camadas identificadas no perfil do sítio e amostradas para análise de fitólitos.

Foram realizadas duas datações da matriz arqueológica do sambaqui coletadas no setor D5: radiocarbono convencional de conchas da espécie *Anomalocardia flexuosa* (Berbigão) a 20 cm de profundidade e em AMS da falange de mão humana encontrada a 5 cm de profundidade. Também foi datado, pelo método da Luminescência Oticamente Estimulada (LOE) utilizando o protocolo Single-Aliquot Regenerative-Dose (SAR), o substrato presente a 20 e 50 centímetros de profundidade abaixo da matriz arqueológica no setor D4 (SÁ, 2015, 2017; BANDEIRA *et al.*, 2019) (Figura 1E).

3.2 Extração das biomineralizações de sílica

A extração das biomineralizações de sílica foi realizada nos laboratórios do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (UERJ-FFP), seguindo um Protocolo de Extração de Fitólitos de Sedimentos e Solos, adaptado de Kelly (1990) e Medeanic *et al.* (2008). A preparação inicial consistiu em secar e peneirar a 2mm 10g de amostra. Em seguida é feita a decarbonatação com ácido clorídrico 1N. Após essa fase, passa-se à eliminação da matéria orgânica com Ácido Nítrico (65%) e Peróxido de Hidrogênio. A eliminação dos óxidos de ferro é feita com Citrato de Sódio ($C_6H_5Na_3O_7$) e Ditionito de Sódio ($Na_2S_2O_4$). Em seguida é feita a remoção de argilas, com o

uso de defloculante Hexametáfosfato de Sódio (NaPO_3)_n e EDTA ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$). Após essas etapas, os fitólitos são separados por densidade através do uso de Politungstato de Sódio (com 2,3 g/cm³ de densidade), obtendo-se, dessa forma, apenas a fração da amostra com biomineralizações de sílica dessa densidade (fitólitos e espículas de esponjas).

A microscopia foi realizada no Laboratório de Dinâmicas Ambientais (LABDIN) da UERJ-FFP. Tomou-se uma alíquota de 25 μl do material (precipitado) e confeccionam-se lâminas para microscopia em óleo de imersão (temporárias) e Entellan® (permanentes). Nestas foi realizada a determinação de seu conteúdo, a descrição dos principais morfotipos de fitólitos e estado de alteração das partículas. Foram feitas a identificação e contagem ao microscópio óptico, com aumento de 500 a 630 x, de pelo menos 200 fitólitos classificáveis a fim de: a) estimar a frequência relativa dos distintos morfotipos segundo o Código Internacional de Nomenclatura de Fitólitos (ICPN) (Madella *et al.*, 2005); b) analisar o grau de alteração dos fitólitos (classificáveis / não classificáveis); c) calcular o estoque total de fitólitos em cada amostra. A partir desta contagem, calculam-se índices fitolíticos (relações de abundância de determinados morfotipos de fitólitos), que permitem inferir parâmetros de vegetação, tais como:

(1) a densidade da cobertura arbórea (D/P): esse índice calcula a proporção de fitólitos produzidos por dicotiledôneas (D) lenhosas e os produzidos por Poaceae (P). Esse índice foi primeiramente utilizado por Alexandre *et al.* (1997, 1999) e posteriormente por Bremond *et al.* (2005, 2008) e Barboni *et al.*, 2007, todos regiões intertropicais de baixa altitude;

(2) a densidade de palmeiras (Pa/P): esse índice calcula a proporção de fitólitos produzidos por palmeiras (Pa) lenhosas e os produzidos por Poaceae (P), representando a densidade de cobertura por palmeiras de uma área. Foi primeiramente utilizado por Coe (2009);

(3) o índice de estresse hídrico (Bi): o índice Bi infere o estresse hídrico sofrido pelas plantas de uma determinada área, seja por carência de precipitações ou por variações no nível do lençol freático. É calculado observando-se a proporção de fitólitos do tipo *bulliform* em relação ao total de fitólitos de gramíneas. Foi primeiramente utilizado por Bremond (2003) e Bremond *et al.* (2005).

Houve a contabilização das espículas de esponjas observadas, no entanto sem identificação a nível específico. A diferenciação entre as espículas de esponjas de água doce e marinhas foi possível consultando chaves de identificação e demais literaturas especializadas (MORROW e CÁRDENAS, 2015; HADJU *et al.*, 2011). Durante o processo de quantificação foi possível observar frústulas de diatomáceas, no entanto essas estruturas não foram objetos de análise para este trabalho.

4 | RESULTADOS

O sambaqui apresentou um predomínio de espécies marinhas, compostas majoritariamente por moluscos seguidos de peixes, todos atualmente característicos na região (BANDEIRA *et al.*, 2019). Houve também ocorrência de quelas de crustáceos e fragmentos ósseos de mamíferos marinhos e mamíferos terrestres pequenos. A composição e proporção de espécies da malacofauna identificada foi similar aos demais sambaquis da região sul do Brasil, conforme apresentam Ferreira (2019) e Cavassola (2018). Ainda, em sua matriz, houve vestígios abundantes de carvão em todas as camadas escavadas, entretanto não apresentou ocorrência de artefatos de qualquer tipo. Porém, em diversos setores foram identificados vestígios ósseos humanos dispersos em todos os níveis e muitos parcialmente queimados (BANDEIRA *et al.*, 2019). Outro aspecto peculiar do sítio é a presença de pinturas rupestres com formas geométricas de coloração avermelhada e laranja, nas paredes internas do abrigo. Projeto em andamento estuda estes registros rupestres, no entanto até o momento não se obteve informações quanto à atribuição cultural destas pinturas (BANDEIRA *et al.*, 2019).

O substrato presente a 20 e 50 centímetros de profundidade abaixo da matriz arqueológica no setor D4 foi datado em 4.330 ± 700 a 5.670 ± 850 anos AP (SÁ, 2017; BANDEIRA *et al.*, 2019).

Os estudos regionais referentes às variações do Nivel Relativo do Mar (NRM) durante o Quaternário (SÁ, 2017) demonstram que a ocupação desta área por grupos sambaquianos ocorre a partir das áreas dos morretes existentes (onde está localizado o sambaqui Casa de Pedra) na parte central da Praia Grande, sendo que a ocupação se intensifica na medida em que o NRM recua, ou seja durante a regressão marinha.

4.1 Totais de biomineralizações de sílica (fitólitos e espículas de esponjas)

Os resultados das análises de biomineralizações de sílica estão apresentados na Figura 4. Com exceção da Camada 2, todas as amostras apresentaram fitólitos e espículas de esponjas (Figura 4). Quanto aos fitólitos, a quantidade é praticamente constante em todas as amostras (entre 206 na camada mais profunda e 288 na mais superficial), excetuando na Camada 2, onde somente 28 foram observados (Figura 4). A pequena quantidade observada na Camada 2 talvez possa ser atribuída ao fato desta camada apresentar predominância de conchas soltas, com poucos sedimentos finos formando agregados onde as biomineralizações ficariam retidas.

Espículas de esponja foram observadas em todas as camadas. A presença não é expressiva nas camadas mais profundas (de 8 na Camada 5 a 20 na Camada 3), aumentando muito nas amostras da Camada 1 (entre 31 e 46) (Figura 4), indicando a presença de sedimento com origem ou influência hídrica. A maioria das espículas observadas foram megascleras, sendo que na Camada 1B foram observados 5 tilóstilos (espículas de esponjas marinhas) e 2 na Camada 1A2, indicando a influência marinha na área do sambaqui.

4.2 Classificação dos fitólitos

Os fitólitos apresentaram um bom estado de conservação, com uma média geral de 70% de fitólitos classificáveis, com pouca variação nas camadas (mínimo de 69% na Camada 2 e máximo de 81% nas Camadas 1A2, 1B e 5) (Figura 4).

4.3 Tipos de fitólitos

Em todas as amostras foram observados principalmente fitólitos produzidos por Poaceae (gramíneas) como os tipos *bulliform*, *acicular*, *saddle*, *bilobate*, *rondel* e *cross*, variando de 73% (Camada 4) a 54% (Camada 1A1) do total de fitólitos classificáveis. Entre esses fitólitos predominam os tipos *bulliform* (de 57% na Camada 4 a 44% na Camada 1A1), que são os produzidos nas células buliformes, as quais têm a função de murchar/inflar dependendo do estresse hídrico sofrido pelas plantas. Esses fitólitos são os mais robustos e, portanto, mais resistentes ao intemperismo físico e químico, sendo comum sua predominância em amostras mais antigas. Já os fitólitos mais frágeis, como os das células curtas (*short-cells*), como os morfotipos *saddle*, *bilobate*, *rondel* e *cross*, foram encontrados em pequenas porcentagens (de 14% nas Camadas 5 e 3 a 7% na Camada 1B). Dentre os *short-cells*, o predomínio em todas as amostras foi do tipo *collapsed saddle*, com um máximo de 11% na Camada 5 e um mínimo de 5% na Camada 1A1 (Figuras 4 e 5). Além desses, foi registrada a presença do tipo acicular, produzido nos pelos das gramíneas, numa proporção de 5,5% na Camada 3 a 2% na Camada 1A1 (Figuras 4 e 5).

Além dos tipos produzidos por gramíneas foram observados fitólitos de dicotiledôneas lenhosas (*globular granulate*), com proporções que variaram de 6% na Camada 4 a 17% nas Camadas 1B e 1A2 (Figuras 4 e 5). Os fitólitos do tipo *elongate* podem ser produzidos em gramíneas ou lenhosas e são bastante resistentes ao intemperismo, aparecendo em todas as amostras, variando entre 9,5% na Camada 2 a 22% na Camada 1A1 (Figuras 4 e 5). Também foram registrados em todas as amostras fitólitos produzidos pela família Arecaceae (palmeiras), os globulares *echinate*, variando de 14% na Camada 1B a 7,5% na Camada 1A2 (Figuras 4 e 5).

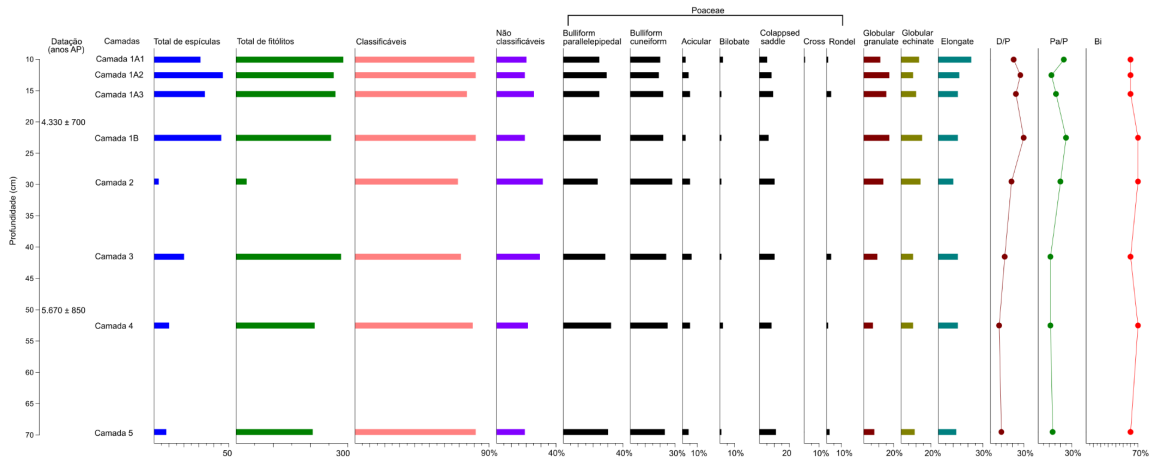


Figura 4: Síntese dos resultados das análises de biomineralizações do sambaqui Casa de Pedra. Total de espículas e fitólitos (unidades); Fitólitos classificáveis e não classificáveis (% do total contado); Morfotipos de fitólitos (% dos classificáveis); Índice D/P= *globular granulate* / (*bulliform* + *acicular* + *short cells*); Índice Pa/P= *globular echinate* / (*bulliform* + *acicular* + *short cells*); Índice Bi= *bulliform* / (*bulliform* + *acicular* + *short cells*).

Em todas as amostras analisadas, o índice D/P foi próximo de 0 (de 0,08 na Camada 4 a 0,30 na Camada 1B). Já o índice Pa/P também foi próximo de 0 em todas as amostras (de 0,11 nas Camadas 4 e 3 a 0,25 na Camada 1B). No entanto, o índice Bi% não apresentou valores extremos e, apesar de não variar muito ao longo do perfil (de um máximo de 68% nas Camadas 2 e 1B a um mínimo de 57% na Camada 1A1), apresentou uma tendência de diminuição da base para o topo da estratigrafia do sítio (Figura 4).

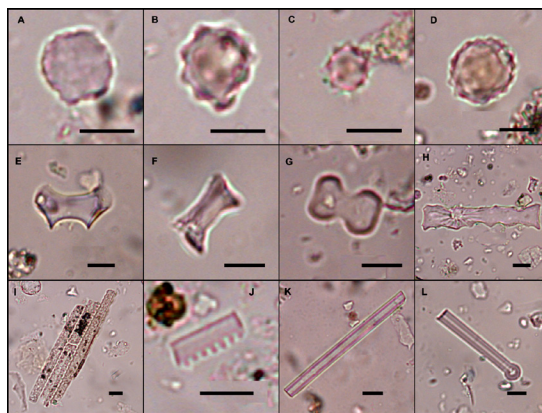


Figura 5: Biomineralizações de sílica observadas nas amostras do sambaqui Casa de Pedra. A. *globular granulate*, B-D. *globular echinate*, E-F. *collapsed saddle*, G. *bilobate*, H. *elongate echinate both sides*, I. *elongates articulados*, J. fragmento de diatomácea, K. megasclera de esponja, L. tilóstilo (espícula marinha).

5 | DISCUSSÃO

O Holoceno Médio na América do Sul foi marcado por períodos secos que afetaram a vida dos seres humanos (ARAUJO *et al.*, 2005). As populações antigas tiveram que atravessar vastos espaços para evitar as consequências das mudanças climáticas. Este padrão já foi observado no Hemisfério Norte (por exemplo, WEISS e BRADLEY, 2001) e na zona andina (por exemplo, NUÑEZ *et al.*, 2002), onde a aridez e a disponibilidade de água são limitações óbvias para a ocupação humana durante o Holoceno Médio. A ocorrência de períodos climáticos secos durante o Holoceno Superior e Médio na América do Sul é um fenômeno reconhecido por diversos autores (por exemplo ABSY *et al.*, 1991; BAKER *et al.*, 2001; GRIMM *et al.*, 2001; GROSJEAN *et al.*, 2001; LEDRU *et al.*, 1996, 2002; MELO *et al.*, 2001; SIFEDDINE *et al.*, 2003). As pesquisas arqueológicas no Sul do Brasil são bastante conhecidas (ARAUJO *et al.*, 2005).

A distribuição de sítios em toda a paisagem sugere que os paleoindígenas estavam presentes desde pelo menos cerca de 11.000 anos AP (BELTRÃO *et al.*, 1986; DIAS e JACOBUS, 2001; MILLER, 1987). O estado do Paraná apresenta um registro contínuo da ocupação humana desde 7.830 anos cal. AP (CHMYZ, 1983), e o mesmo talvez possa ser dito para Santa Catarina. Os estados da Região Sul já foram relativamente bem estudados e o cenário paleoambiental parece ser bem compreendido (BEHLING, 1997, 1998, 2007; BEHLING *et al.*, 2001a, b; BEHLING e NEGRELLE, 2001; BEHLING *et al.*, 2004, 2005). É relativamente consensual que o Último Máximo Glacial foi seco e frio, com um predomínio de campos ou campos cerrados, sujeito a uma mudança gradual para climas mais quentes e úmidos durante o Tardiglacial e o Holoceno (BEHLING, 2002).

No período de 6.000 a 5.000 anos AP, os sítios foram estabelecidos na parte central da área de estudo em locais abrigados, cujo acesso seria facilitado pela laguna do Acaraí e pela proximidade com o mar, estando estes dispostos na região conhecida atualmente como Morretes (SÁ, 2017). A data mais remota aponta para a instalação do sítio Praia Grande (PG) XI em 5.950 ± 30 anos AP. Decorridos aproximadamente 470 anos, ocorreu a instalação do PG VI (5.480 ± 30 anos AP), um sítio pequeno, com a presença de ossos humanos, localizado ao norte da região dos Morretes a uma distância de 5 km do PG XI. Nesta mesma região e na mesma faixa temporal, ocorreu a construção sob rocha do sambaqui Casa de Pedra (CP) (5.470 ± 30 anos AP) e do menor sítio registrado até o momento na Costa Leste, o PG IX (5.470 ± 30 anos AP). Ressalta-se a possibilidade de acessos a todos os sítios pela paleolaguna do Acaraí, a oeste da área estudada (SÁ, 2017).

De 4.000 a 3.000 anos AP, ocorreu um período de expansão dos sítios ao longo da Costa Leste, com um total de 12 novos sítios, de acordo com as datações obtidas. Nesse período ocorreu a regressão do nível relativo do mar, ocasionando alterações na morfologia e tamanho dos corpos lagunares a oeste, onde hoje ocorrem o Rio Perequê (ao sul) e o Rio Acaraí (ao norte) (SÁ, 2017).

Somente os sambaquis Bupeva (BU) II (2.325 ± 25 anos AP) e BU IV (2.710 ± 30 anos AP), apresentam datações inferiores a 3.000 anos AP, ambos situados na parte sul da costa. Dois sítios do conjunto apresentam camada com cerâmica com datas mais recentes, são os sambaquis Enseada (EN) I (1.390 ± 40 anos AP - Jê e Guarani) e BU II (375 ± 40 anos AP - Jê), situados nos extremos norte e sul da área, respectivamente.

No sambaqui casa de Pedra, em todas as amostras o índice D/P foi próximo de 0 (de 0,08 na Camada 4 a 0,30 na Camada 1B), indicando que a vegetação no entorno do sambaqui era predominantemente aberta, com pouca presença de árvores na época de sua ocupação (entre 5.470 a 4.460 anos AP). Apesar dos índices serem muito similares ao longo de todas as camadas, pode-se observar um adensamento da cobertura arbórea das camadas mais profundas em relação à superfície (Figura 4). No Brasil, valores semelhantes de D/P (entre 0,1 e 0,21) foram encontrados por Coe *et al.* (2014) em um perfil de solo na bacia do rio São João, RJ, em área litorânea de vegetação xeromórfica e por Calegari *et al.* (2015) na costa norte do Espírito Santo (entre 0,1 e 0,3). O mesmo aconteceu para a vegetação de cerrado em Minas Gerais, como observado nos trabalhos de Alexandre *et al.* (1999), na região de Salitre (entre 0,3 e 0,8); por Augustin *et al.* (2014) no Espinhaço Meridional (entre 0,02 e 1,82); na região do Quadrilátero Ferrífero, por Barros *et al.* (2016) onde o índice variou entre 0 e 0,72, e por Chueng *et al.* (2019), também no cerrado mineiro (de 0,02 a 0,68). Coe *et al.* (2013b) encontraram na Praia de Tucuns, Búzios, RJ, em área de vegetação xeromórfica, valores de D/P entre 0,11 e 0,22. Em comunidades vegetais da restinga de Maricá, RJ, Coe *et al.* (2015) registraram índices D/P que variaram de 0 (*slack*), 0,12 (brejo herbáceo), 0,36 (*scrub*) a 18,63 (mata de restinga). No sítio arqueológico Cabeças 4, em Felício dos Santos, MG, Chueng *et al.* (2018) encontraram valores de D/P entre 0,2 e 0,26. Em outro sambaqui, o da Tarioba, no RJ, Coe *et al.* (2017a) encontraram valores de D/P muito superiores (entre 9,2 e 32), sugerindo uma vegetação muito mais arbórea do que a observada no sambaqui Casa de Pedra.

As análises de fitólitos indicam valores próximo de 0 para o índice Pa/P, indicando que, apesar de estarem sempre presentes, as palmeiras não eram predominantes na vegetação do entorno do sambaqui na época de sua ocupação (5.470 a 4.460 anos AP). Em se tratando de um sítio arqueológico, não se pode ignorar que a presença de palmeiras seja devida a razões mais culturais do que ambientais. Apesar de baixos, os índices são superiores aos de densidade de dicotiledôneas lenhosas (Figura 4). Índices Pa/P semelhantes foram encontrados por Coe *et al.* (2013b) na Praia de Tucuns, Búzios, RJ (entre 0,03 e 0,70). Na Depressão Sertaneja Setentrional, Coe *et al.* (2017b) encontraram valores de índice Pa/P entre 0,1 (caatinga arbustiva aberta) e 8,9 (floresta de caatinga alta). No Sambaqui da Tarioba (Coe *et al.*, 2017a) os valores deste índice variaram entre 0,1 e 1,4.

No Brasil, valores moderados de Bi (50-60%) também foram encontrados no Espinhaço Meridional, em região de vegetação de cerrado, por Augustin *et al.* (2014),

porém em alguns casos os valores foram elevados (88%). O mesmo aconteceu, também no cerrado mineiro, no trabalho de Chueng *et al.* (2019), com valores entre 62 e 94%. No norte do Espírito Santo, em áreas de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e de Formações Pioneiras, Lorente *et al.* (2015) encontraram valores de Bi entre 23 e 68%. Em um perfil de solo na bacia do rio São João, RJ, em área litorânea de vegetação xeromórfica, Coe *et al.* (2014) registraram valores de Bi entre 68 e 81%. Coe *et al.* (2013b) encontraram na Praia de Tucuns, Búzios, RJ, valores de Bi entre 73 e 94%. Na região do Quadrilátero Ferrífero, MG, Barros *et al.* (2016) encontraram valores elevados do índice Bi, a maioria superior a 70%, chegando até a 100%. Já na Serra do Cadeado, Paraná, Parolin *et al.* (2017) encontraram valores mais baixos do índice Bi, variando entre 5 e 30%. Em comunidades vegetais da restinga de Maricá, RJ, Coe *et al.* (2015) registraram índices Bi que variaram de 6% (mata de restinga) a 56% (comunidade halófila-psamófila). No sítio arqueológico Cabeças 4, em Felício dos Santos, MG, Chueng *et al.* (2018) encontraram valores de Bi entre 30 e 48%. Já no sítio do Sambaqui da Tarioba (Coe *et al.*, 2017a), os valores do índice Bi foram mais elevados que no Casa de Pedra, variando entre 83 e 97%. Rasbold *et al.* (2016) consideraram o índice Bi superior a 51,6% como uma fase de maior estresse hídrico em uma área de turfa na área central do Estado do Paraná entre 14.553 – 6.090 anos cal AP.

Quando vista à luz de dados paleoambientais, a ocupação humana do sul do Brasil parece ser significativamente mais limitada em termos de umidade / temperatura / sazonalidade do que o restante do Brasil. A região provavelmente mostrou um clima mais ameno quando comparado com o do Brasil Central (devido à disponibilidade de água) e com os locais meridionais, como os Pampas Argentinos (neste caso, devido às baixas temperaturas e disponibilidade de água). O clima tornou-se mais úmido e mais quente através do Holoceno, explicando a ocupação humana mais estável da região, sem lacunas acentuadas (ARAUJO *et al.*, 2005).

Vários estudos palinológicos foram realizados nos últimos anos para os estados do sul, e o quadro parece apontar a melhoria climática em todo o Holoceno (ARAUJO *et al.*, 2005). Durante o Holoceno, as mudanças em direção a condições mais úmidas começaram por volta de 3.000 anos AP (BEHLING, 2002). A área costeira era mais úmida somente no Holoceno Tardio; após cerca de 1.500-1.000 anos AP, a estação seca anual tornou-se mais curta, como sugerido pela expansão da Araucária (BEHLING, 1997, 2002; BEHLING *et al.*, 2001). O clima no Sul / Sudeste do Brasil é fortemente afetado pelas frentes polares da Antártida (GARREAUD, 2000), e o aumento da umidade pode estar relacionado a mudanças neste sistema.

Se considerarmos os dados palinológicos do litoral catarinense (BEHLING e NEGRELLE, 2001), a floresta tropical começa a se desenvolver muito cedo (desde 14.250 anos cal AP), indicando que as condições paleoclimáticas eram provavelmente adequadas para a ocupação humana. A área costeira seria, portanto, muito atraente para os grupos

paleoindígenas, como sugerido pelas datas iniciais já geradas para a Serra do Mar (COLLET, 1985). Estes dados também estão em concordância com o cenário paleoambiental proposto para o interior do sul do Brasil: o clima tornou-se mais úmido e mais quente através do Holoceno, especialmente depois de 3.210 anos cal AP, quando a floresta de Araucária começou a se expandir (BEHLING, 1997, 2002; BEHLING *et al.*, 2001).

O estudo regional realizado por Sá (2017), referente às variações do Nível Relativo do Mar durante o Quaternário, demonstra que, quando da ocupação inicial do abrigo para a instalação do sambaqui, este sítio se encontrava numa ilha, cercada pelo Oceano Atlântico na face Leste e pela laguna do Acaraí na porção Oeste. Porém, na medida em que o NRM regride, aflora um depósito lagunar na porção Oeste. Este depósito lagunar provavelmente foi percorrido pelos grupos sambaquianos que, ao longo do tempo, se apropriaram dos recursos disponíveis em cada período, vindo a ocupar esta área na construção de novos sítios. Os resultados das análises dos fitólitos, considerando que os índices fitolíticos sugerem um aumento da densidade arbórea e redução do estresse hídrico, são corroborados pelas variações no NRM, demonstrando uma gradual elevação de recursos vegetais na medida em que o NRM tende aos níveis atuais. Assim sendo, durante o Holoceno, o clima seco vai sendo gradativamente alterado com a elevação da temperatura e da umidade, provavelmente em decorrência da disponibilidade hídrica regional.

Como observado nos sedimentos do sítio Casa de Pedra, existem espículas de esponjas marinhas e de água doce associada às conchas, uma vez que as esponjas podem ter utilizado as conchas como substrato de fixação. Apesar de terem sido observadas em todas as camadas, a presença de espículas é bem mais expressiva nas amostras de superfície que nas camadas mais profundas. Nas camadas mais superficiais foram observadas espículas marinhas, indicando a presença do mar não muito distante do entorno do sambaqui. As espículas também podem estar presentes por ação antrópica, devido ao acúmulo de moluscos marinhos. Foi documentado em sítios arqueológicos da bacia Amazônica o uso de espículas de esponja na produção de cerâmica (EVANS e MEGGERS, 1962; COSTA *et al.*, 2011). A fertilização do solo do sítio arqueológico pela ação antrópica com o uso de sedimentos de áreas de planície de inundação também pode ser uma explicação para a ocorrência de espículas de esponjas e frústulas de diatomáceas nestes materiais (LIMA *et al.*, 2002).

Há de se destacar também que o registro dos fitólitos pode ter sido influenciado pelo fato do ponto de coleta ser um sítio arqueológico que se encontra dentro de um abrigo. Por se tratar de sedimentos antropogênicos, há de se considerar também a hipótese de que várias das plantas identificadas terem sido levadas ao sítio pelos próprios seres humanos. A presença de diversos fitólitos de *Arecaceae* pode estar relacionada à prática humana, na qual folhas de palmeiras teriam sido utilizadas como cobertura do chão do abrigo, a qual era renovada periodicamente e acumulada na forma de lixo (KERN *et al.*, 1999). Alguns morfotipos, como o *collapsed saddle*, podem ter vindo de bambus trazidos para o sítio pelos

humanos, sendo que esta planta é altamente útil. Além disso, os fitólitos do tipo *globular granulate* podem ter vindo de madeira usada para fazer fogueiras dentro do abrigo, o que pode ser indicio de que a própria ocupação e uso do sítio tenha influenciado os padrões registrados nos fitólitos.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reconstituição paleoambiental é um componente fundamental de qualquer pesquisa arqueológica. Como consequência de sua abundância, durabilidade, morfologias diagnósticas e preservação mesmo em ambientes oxidantes, os fitólitos têm sido cada vez mais usados para reconstruir aspectos de paleoambientes do Quaternário Tardio em vários tipos de sedimentos.

A utilização de biomineralizações de sílica extraídas de sedimentos do Sambaqui Casa de Pedra se mostrou muito eficiente. O sítio arqueológico apresenta quantidade e em bom estado de preservação de fitólitos e espículas de esponjas, sendo propício à utilização desses bioindicadores para reconstituição paleoambiental. Os resultados obtiveram uma boa concordância com diversos trabalhos já efetuados na Região Sul, seja com esses mesmos indicadores ou outros, indicando um aumento da umidade a partir do Holoceno Médio. Apesar de ainda pouco utilizados em sítios arqueológicos no Brasil, os fitólitos são muito promissores e podem preencher lacunas e contribuir para a melhor compreensão do ambiente onde se estabeleceram povos pré-históricos.

Assim como o estudo da paleovegetação através dos fitólitos, as variações do Nível Relativo do Mar presentes na costa brasileira são de suma importância para a busca do entendimento do processo de ocupação do litoral, em especial no estudo arqueológico dos sambaquis. Neste trabalho, os resultados dos fitólitos para este trecho do litoral de Santa Catarina corroboram os estudos das variações do NRM e outras pesquisas paleoambientais na Região Sul do Brasil.

REFERÊNCIAS

ABSY, M. L.; CLEEF, A. M.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SERVANT, M.; SIFEDDINE, A.; FERREIRA DA SILVA, M.; SOUBIES, F.; SUGUIO, K.; TURCQ, B.; VAN DER HAMMEN, T. Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60,000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. **Comptes Rendus d'Académie des Sciences**, Paris, Serie II, 312: 673–678, 1991.

ALEXANDRE, A., MEUNIER, J.-D., LEZINE, A.-M., VINCENS, A., SCHWARTZ, D. Phytoliths: indicators of grassland dynamics during the late Holocene in intertropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 136: 213-229, 1997.

ALEXANDRE, A., MEUNIER, J.D., MARIOTTI, A., SOUBIES, F. Late Holocene phytolith and carbon-isotope record from a latosol at Salitre, South-Central Brazil. **Quat. Res.** 51:187–194, 1999.

ALVES, M. C.; OLIVEIRA, M. S. C. Levantamento e monitoramento arqueológico da área de intervenção do emissário para lançamento dos efluentes sanitários e industriais da unidade industrial da Empresa VEGA do Sul S.A. em São Francisco do Sul – SC. **Relatório Final**. Joinville: OAP, 2002.

AMARAL, M. M. V. Diagnóstico do patrimônio cultural material e imaterial – Parque Estadual Acaraí – São Francisco do Sul/SC. **Relatório Final**. Florianópolis, 2008.

ARAUJO, A. G. M.; NEVES, W. A.; PILÓ, L. B.; ATUI, J. P. V. Holocene dryness and human occupation in Brazil during the “Archaic Gap”. **Quaternary Research**, 64: 298-307, 2005.

ASTUDILLO, F. J. Soil phytoliths as indicators of initial human impact on San Cristóbal Island, Galápagos. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 490: 522–532, 2018.

AUGUSTIN, C. H. R. R.; COE, H. H. G.; CHUENG, K. F.; GOMES, J. G. Analysis of geomorphic dynamics in ancient quartzite landscape using phytolith and carbon isotopes, Espinhaço Mountain Range, Minas Gerais, Brazil. **Géomorphologie (Paris)**, 4: 355 – 376, 2014.

BAKER, P. A.; SELTZER, G. O.; FRITZ, S. C.; DUNBAR, R. B.; GROVE, M. J.; TAPIA, P. M.; CROSS, S. L.; ROWE, H. D.; BRODA, J. P. The history of South American tropical precipitation for the past 25,000 years. **Science**, 291: 640–643, 2001.

BANDEIRA, D. R. **Ceramistas pré-coloniais da Baía da Babitonga, SC: arqueologia e etnicidade**, Tese (Doutorado em História) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 257p., 2004.

BANDEIRA, D. R. **Diagnóstico de potencial arqueológico de área a ser impactada por atracadouro e estrada cênica em São Francisco do Sul/SC**. Joinville: OAP Consultores Associados, 2005.

BANDEIRA, D. R. **Cultura material e patrimônio arqueológico pré-colonial da costa leste da ilha de São Francisco do Sul/SC - contribuição para uma arqueologia da paisagem e costeira e estudos de etnicidade**. Projeto. Joinville: Univille, 2015.

BANDEIRA, D. R.; ALVES, M. C.; ALMEIDA, G. T.; SÁ, J. C.; FERREIRA, J.; VIEIRA, C. V.; AMARAL, V. M. C. C.; BARTZ, M. C.; MELO JR, J. C. F. Resultados preliminares da pesquisa no sambaqui sob rocha Casa de Pedra, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.**, Belém, 13(1): 207-225, 2018.

BANDEIRA, D. R.; ALMEIDA, G. T.; J. C.; FERREIRA, J.; SILVA, J. R. V.; SÁ, J.; BARTZ, M.; ALVES, M. C.; AMARAL, V. M. C. C. **Cultura material e patrimônio arqueológico pré-colonial da costa leste da ilha de São Francisco do Sul/SC - contribuição para uma arqueologia da paisagem e costeira e estudos de etnicidade**. Relatório final. Joinville: Univille, 429 p., 2019.

BARBONI, D.; BREMOND, L.; BONNEFILLE, R. Comparative study of modern phytolith assemblages from inter-tropical Africa. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 246: 454-470, 2007.

BARROS, L. F. P.; COE, H. H. G.; SEIXAS, A. P.; MAGALHÃES, A. P.; MACARIO, K. C. D. Paleobiogeoclimatic scenarios of the Late Quaternary inferred from fluvial deposits of the Quadrilátero Ferrífero (Southeastern Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, 67: 71-88, 2016.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history of the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Parana State (South Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, 97: 109–121, 1997.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, 99: 143-156, 1998.

BEHLING, H. Late Quaternary environmental changes in the Lagoa da Curuçá region (eastern Amazonia, Brazil) and evidence of *Podocarpus* in the Amazon lowland. **Vegetation History and Archaeobotany**, 10: 175-183, 2001.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 177: 19-27, 2002.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, fire and climate dynamics of Serra do Araçatuba in the Atlantic coastal mountains of Paraná State, southern Brazil. **Vegetation History and Archaeobotany**, 16: 77-85, 2007.

BEHLING, H.; NEGRELLE, R. R. B. Tropical rain forest and climate dynamics of the Atlantic Lowland, Southern Brazil, during the Late Quaternary. **Quaternary Research**, 56: 383–389, 2001.

BEHLING, H.; BAUERMANN, S. G.; NEVES, P. C. Holocene environmental changes from the São Francisco de Paula region, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 14: 631-639, 2001.

BEHLING, H.; PILLAR, V. P.; ORLÓCI, L.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 203: p. 277-297, 2004.

BEHLING, H.; PILLAR, V.; BAUERMANN, S. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, 133: p. 235-248, 2005.

BELTRÃO, M. C. M.; ENRIQUEZ, C. R.; DANON, J.; ZULETA, E.; POUPEAU, G. Thermoluminescence dating of burned cherts from Alice Böer site (Brazil). In: BRYAN, A. L. (Ed.). **New Evidence for the Pleistocene Peopling of the Americas**. University of Maine, Orono, p. 203–219, 1986.

BIGARELLA, J. J., TIBURTIUS, G., SOBANSKI, A. Contribuição ao estudo dos sambaquis do litoral norte de Santa Catarina. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, IX, Curitiba, 1954.

BREMOND, L. **Calibration des fonctions de transfert entre assemblages phytolithiques, structures des végétations et variables bioclimatiques actuelles, pour l'intégration de la dynamique des biomes herbacés dans les modèles de végétation**. Thèse de Doctorat en Géosciences de l'environnement, direction J. GUIOT, Université Aix-Marseille III, 2003.

BREMOND, L., ALEXANDRE, A., HÉLY, C., GUIOT, J. A phytolith index as a proxy of tree cover density in tropical areas: calibration with Leaf Area Index along a forest– savanna transect in southeastern Cameroon. **Glob. Planet. Chang.** 45: 277–293, 2005.

CALEGARI, M. R.; MADELLA, M.; BUSO JR, A. A.; OSTERRIETH, M. L.; LORENTE, F. L. PESSENDA, L. C. Holocene Vegetation and Climate inferences from Phytoliths and Pollen from Lagoa do Macuco, North Coast of Espírito Santo State, Brazil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 6: 01-10, 2015.

CAVASSOLA, J. **Análise preliminar da utilização das conchas (Gastropoda) do sambaqui sob rocha Casa de Pedra, Ilha de São Francisco do Sul, SC**. Relatório final de projeto de Iniciação Científica. Joinville: Univille, 2018.

CHMYZ, I. C. Projeto arqueológico Itaipu. **Sétimo Relatório das Pesquisas realizadas na Área de Itaipu (1981/83)**, Convênio Itaipu/IPHAN, Curitiba, 1983.

CHUENG, K. F.; COE, H. H. G.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Análise de Rampas Depositionais na Serra do Espinhaço Meridional, MG, Brasil, através de Biomimetalizações de Sílica e Isótopos de Carbono. **Anais do XV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, Imbé, 2015.

CHUENG, K.; COE, H. H. G.; FAGUNDES, M.; VASCONCELOS, A. M. M.; RICARDO, S. D. F. Reconstituição paleoambiental da área arqueológica de Serra Negra, face leste do Espinhaço Meridional (Minas Gerais), através da análise de fitólitos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 11, (7): 2260-2275, 2018.

CHUENG, K. F.; COE, H. H. G.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; MACARIO, K. D.; RICARDO, S. D. F.; VASCONCELOS, A. M. C. Landscape paleodynamics in siliciclastic domains with the use of phytoliths, sponge spicules and carbon isotopes: The case of Southern Espinhaço Mountain Range, Minas Gerais, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, 95: 1-20, 2019.

COE, H. H. G. **Fitólitos como indicadores de mudanças na vegetação xeromórfica da região de Búzios / Cabo Frio, RJ, durante o Quaternário**. Geologia Marinha. Tese de Doutorado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 300 p., 2009.

COE, H. H. G.; OSTERRIETH, M. (ed.). **Synthesis of some phytolith studies in South America (Brazil and Argentina)**. 1 ed. New York: Nova Science, 2014.

COE, H. H. G.; ALEXANDRE, A.; CARVALHO, C. N.; SANTOS, G. M.; SILVA, A. S.; SOUSA, L. O.F.; LEPSCH, I. F. Changes in Holocene tree cover density in Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brazil): evidence from soil phytolith assemblages. **Quaternary International**, 287: 63-72, 2013a.

COE, H. H. G.; GOMES, J. G.; CHUENG, K. Exemplos de reconstituições da vegetação e inferências de paleoclimas no Estado do Rio de Janeiro através da utilização de biomimetalizações de sílica (fitólitos) e isótopos de carbono. **Revista Tamoios (Online)**, 9: 1-21, 2013b.

COE, H. H. G.; MACARIO, K.; GOMES, J. G.; CHUENG, K. F.; OLIVEIRA, F.; GOMES, P. R. S.; CARVALHO, C.; LINARES, R.; ALVES, E.; SANTOS, G. M. Understanding Holocene variations in the vegetation of São João River basin, southeastern coast of Brazil, using phytolith and carbon isotopic analyses. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 415: 59-68, 2014.

COE, H. H. G.; RAMOS, Y. B. M.; SANTOS, C. P.; SILVA, A. L. C.; SILVESTRE, C. P.; BORRELLI, N. L.; SOUSA, L.O.F. Dynamics of production and accumulation of phytolith assemblages in the Restinga of Maricá, Rio De Janeiro, Brazil. **Quaternary International**, 388-89: 1-12, 2015.

COE, H. H. G.; SOUZA, R. C. C. L.; DUARTE, M. R.; RICARDO, S. D. F.; MACHADO, D. O. B. F.; MACARIO, K. C. D.; SILVA, E. P. Characterisation of phytoliths from the stratigraphic layers of the Sambaqui da Tarioba (Rio das Ostras, RJ, Brazil). **Flora**, 236-237: 1-8, 2017a.

COE, H. H. G.; RICARDO, S. D. F.; SOUSA, L.O.F.; DIAS, R. R. Caracterização de fitólitos de plantas e assembleias modernas de solo da caatinga como referência para reconstituições paleoambientais. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 8: 9-21, 2017b.

COLLET, G. Novas informações sobre os sambaquis fluviais do Estado de São Paulo. **Arquivos do Museu de História Natural da UFMG**, X: 311–324, 1985.

COSTA, M. L., RIOS, G. M., SILVA, M. M. C. D., SILVA, G. J. D., MOLANO-VALDES, U. Mineralogy and chemistry of archaeological ceramic fragments from archaeological Dark Earth site in Colombian Amazon. REM: **Revista Escola de Minas**, 64: 17–23, 2011.

DIAS, A. S.; JACOBUS, A. L. The antiquity of the peopling of Southern Brazil. **Current Research in the Pleistocene**, 18: 17–19, 2001.

EVANS, C., MEGGERS, B. J. Use of Organic Temper for Carbon 14 Dating in Lowland South America. **American Antiquity**, 28: 243-245, 1962.

FERREIRA, J. **Estudo arqueomalacológico do sambaqui sob rocha Casa de Pedra: uma abordagem sobre os recursos pesqueiros (Mollusca) das sociedades pré-históricas da Baía Babitonga**. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Biologia) – Universidade da Região de Joinville, Joinville, 2019.

FERREIRA, J.; BANDEIRA, D. R.; BARTZ, M. C.; FOSSILE, T.; MAYORKA, F. Reflexões sobre a pesca pré-colonial na baía da Babitonga, litoral norte de Santa Catarina, Brasil. **Cadernos do LEPAARQ** (UFPEL), v. 16, p. 138-155, 2019.

FOSSILE, T.; FERREIRA, J.; BANDEIRA, D. R.; FIGUTI, L.; SILVA, S. D.; HAUSMANN, N.; ROBSON, H. K.; ORTON, D.; COLONESE, A. C. Pre-Columbian fisheries catch reconstruction for a subtropical estuary in South America. **Fish and Fisheries**, v. 00, p. 1-14, 2019a.

FOSSILE, T.; FERREIRA, J.; BANDEIRA, D. R.; SILVA, S. D.; COLONESE, A. C. Integrating zooarchaeology in the conservation of coastal-marine ecosystems in Brazil. **Quaternary International**, v. 00, p. 1-7, 2019b.

GARREAUD, R. D. Cold air incursions over subtropical and tropical South America: mean structure and dynamics. **Monthly Weather Review**, 128: 2544–2559, 2000.

GASPAR, M., DEBLASIS, P., BIACHINI, G. Corpos e montes: arquitetura da morte e do modo de vida dos sambaqueiros. **Rev. Memorare**, Tubarão, v.5, n.1, p. 264-282 jan./abr. 2018.

GRIMM, E. C.; LOZANO-GARCIA, S.; BEHLING, H., MARKGRAF, V. Holocene vegetation and climate variability in the Americas. In: MARKGRAF, V. (Ed.), **Interhemispheric Climate Linkages**. Academic Press, San Diego, pp. 325–370, 2001.

GROSJEAN, M.; VAN LEEUWEN, J. F. N.; VAN DER KNAAP, W. O.; GEYH, M. A.; AMMANN, B.; TANNER, W.; MESSERLI, B.; NUÑEZ, L. A.; VALERO-GARCÉS, B. L.; VEIT, H. A. 22,000 C14 year BP sediment and pollen record of climate change from Laguna Miscanti (23-S), northern Chile. **Global and Planetary Change**, 28: 35–51, 2001.

HADJU, E.; PEIXINHO, S.; FERNANDEZ, J. C. C. **Esponjas marinhas da Bahia: guia de campo e laboratório**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 276 p., 2011.

KLÖKLER, D. M. Animal para toda obra: fauna ritual em sambaquis. **Habitus**, Goiânia, 14(1): 21-34, 2016.

IRIARTE, J.; SMITH, R.; GREGORIO de SOUZA, J.; MAYLE, F.; WHITNEY, B.S.; CÁRDENAS, M. L.; SINGARAYER, J.; CARSON, J. F.; ROY, S.; VALDES, P. Out of Amazonia: Late Holocene Climate Change and the Tupi-Guarani Trans-Continental Expansion. **The Holocene**, 27(7): 967-975, 2017.

ISHIDA, S.; PARKER, A. G.; KENNET, D.; HODSON, M. J. Phytolith analysis from the archaeological site of Kush, Ras al-Khaimah, United Arab Emirates. **Quaternary Research**, 59: 310-321, 2003.

KERN, D. C., FRAZÃO, F. J. L., COSTA, M. L., FRAZÃO, E., JARDIM, M. A. A influência de das palmeiras como fonte de elementos químicos em sítios arqueológicos com Terra Preta. SBG/NO, Resumos, **VI Simpósio da Geologia da Amazônia**, Manaus, 1999.

LEDRU, M.-P.; BRAGA, P. I. S.; SOUBIES, F.; FOURNIER, M.; MARTIN, L.; SUGUIO, K.; TURCQ, B. The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 123: 239–257, 1996.

LEDRU, M. P.; TURCQ, B.; SIFEDDINE, A.; CECCANTINI, G. Tropical climates in the game of two hemispheres revealed by abrupt climatic change. **Geology**, 30: 275–278, 2002.

LIMA, H. N., SCHAEFER, C. E. R., MELLO, J. W. V., GILKES, R. J., KER, J. C. Pedogenesis and pre-Colombian land use of “Terra Preta Anthrosols” (“Indian black earth”) of Western Amazonia. **Geoderma**, 110(1): 1–17, 2002.

LORENTE, F. L., PESSENDA, L. C. R. CALEGARI, M. R., COHEN, M. C. L., ROSSETTI, D., GIANNINI, P. C. F., BUSO Jr., A. A., CASTRO, D. F., FRANÇA, M. C., BENDASSOLLI, J. A., MACARIO, K. Phytoliths as indicators of environmental changes during the Holocene in the northern coast of the Espírito Santo State (Brazil). **Quaternary and Environmental Geosciences**, 06(1): 01-15, 2015.

MACEDO, R. S.; TEIXEIRA, W. G.; CORRÊA, M. M.; MARTINS, G. C.; TORRADO, P. V. Pedogenetic processes in anthrosols with pre-tic horizon (Amazonian Dark Earth) in Central Amazon, Brazil. **PLOS ONE** 12(5), 2017.

MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. International code for phytolith nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, 96: 253-260, 2005.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.; AZEVEDO, A. E. G. **Mapa geológico do Quaternário costeiro dos estados do Paraná e Santa Catarina**. Série Geologia n.28. Seção Geologia Básica n.18. Brasília: DNPM, 1988.

McMICHAEL, C. H.; BUSH, M.; SILMAN, M. R.; PIPERNO, D.; RACZKA, M. F.; LOBATO, L. C.; ZIMMERMAN, M.; HAGEN, S.; PALACE, M. Historical fire and bamboo dynamics in western Amazonia. **Journal of Biogeography**, 40: 299-309, 2013.

McMICHAEL, C. H.; PIPERNO, D.; NEVES, E. G.; BUSH, M. B.; ALMEIDA, F. O.; MONGELÓ, G.; EYJOLFSDOTTIR, M. B. Assembleias Fitólíticas ao longo de um gradiente de distúrbios humanos antigos na Amazônia Ocidental. **Frente Ecol. Evol.** 3, 2015.

MELO, M. S.; COIMBRA, A. M.; CUCHIERATO, G. Genesis of Quaternary colluvial–eluvial sedimentary covers in southeastern Brazil. **Quaternaire**, 12: 179–188, 2001.

MEDEANIC, S., CORDAZZO, C. V., CORRÊA, I. C. S., MIRLEAN, N. Os Fitólitos em Gramíneas de Dunas do Extremo Sul do Brasil: Variabilidade Morfológica e Importância nas Reconstruções Paleambientais Costeiras. **Gravel**, 6(2):1-14, 2008.

MILLER, E. T. Pesquisas arqueológicas paleoindígenas no Brasil Ocidental. **Estudios Atacameños**, 8: 37–61, 1987.

MORCOTE-RÍOS, G.; BERNA, R.; RAZ, L. Phytoliths as a tool for archaeobotanical, palaeobotanical and palaeoecological studies in Amazonian palms. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 182: 348-360, 2016.

MORROW, C., CÁRDENAS, P. **Proposal for a revised classification of the Demospongiae** (Porifera). *Front. Zool.* 12, 7. <https://doi.org/10.1186/s12983-015-0099-8>, 2015.

NUÑEZ, L.; GROSJEAN, M.; CARTAJENA, I. Human occupations and climate change in the Puna de Atacama, Chile. **Science**, 298, 821–824, 2002.

PAROLIN, M.; MONTEIRO, M. R.; COE, H. H. G.; COLAVITE, A. P. Considerações paleoambientais do Holoceno Médio por meio de fitólitos na Serra do Cadeado, Paraná. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. SBGFA: 96 – 103, 2017.

PEIXE, S. P.; MELO JUNIOR, J. C. F.; BANDEIRA, D. R. Paleoetnobotânica dos macrorestos vegetais do tipo trançados de fibras encontrados no sambaqui Cubatão I, Joinville–SC. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, 17: 211–222, 2007.

PEREIRA, G. L. Identificação de fitólitos a partir de fragmentos de carvão. **Cadernos do LEPAARQ**, 7:13-14, 2010.

PIAZZA, W. Dados à arqueologia do litoral norte e do planalto de Canoinhas (resultados preliminares do quinto ano). Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas. **Publicações Avulsas Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, 26: 5370, 1974.

PIPERNO, D. R. The Status of Phytolith Analysis in the American Tropics. **Journ. World Prehist.**, 5(2): 155-191, 1991.

PIPERNO, D. R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. New York: Altamira Press, 2006.

RASBOLD, G. G.; PAROLIN, M.; CAXAMBU, M. G. Reconstrução paleoambiental de um depósito sedimentar por análises multiproxy, Turvo, estado do Paraná, Brasil. **Rev. bras. paleontol.**, 19(2): 315-324, 2016.

ROHR, J. A. Sítios arqueológicos de Santa Catarina. **Anais do Museu de Antropologia da UFSC**, ano XVI, 17: 77- 167, 1984.

SÁ, J. C. **Etnoarqueologia e Arqueologia Experimental: Desatando informações sobre nós e amarrações no Sambaqui Cubatão I, em Joinville – SC**. 228 p. Monografia (Especialização em Arqueologia) - Universidade da Região de Joinville (Univille), Joinville, 2015.

SÁ, J. C. **Sambaquis, patrimônio arqueológico na costa leste de São Francisco do Sul/SC: reflexões sobre o território, variações do nível relativo do mar (NRM) no Quaternário e tensões atuais**. 270 p. Dissertação (Mestrado em Patrimônio Cultural e Sociedade) - Universidade da Região de Joinville, Joinville, 2017.

SANTOS, C. P.; COE, H. H. G.; BORRELLI, N. L.; SILVA, A. L. C.; SOUSA, L. O. F.; RAMOS, Y. B. M.; SILVESTRE, C. P.; SEIXAS, A. P. Opal phytolith and isotopic studies of restinga communities of Maricá, Brazil, as a modern reference for paleobiogeoclimatic reconstruction. **Braz. J. Oceanogr.**, 63: 255–270, 2015.

SHILLITO, L. M. Grains of truth or transparent blindfolds? A review of current debates in archaeological phytolith analysis. **Veg. Hist. Archaeobot.**, 22: 71-82, 2013.

SIFEDDINE, A.; ALBUQUERQUE, A. S.; LEDRU, M. P.; TURCQ, B.; KNOPPERS, B.; MARTIN, L.; MELLO, L. Z.; PASSENAU, H.; DOMINGUEZ, J. L.; CORDEIRO, R. C.; ABRÃO, J. J.; BITTENCOURT, A. P. A 21000 cal years paleoclimatic record from Caçó Lake, northern Brazil: evidence from sedimentary and pollen. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 189: 25–34, 2003.

VIEIRA, C. V.; HORN FILHO, N. O.; BONETTI, C. V. D. H.; BONETTI, J. Caracterização morfossedimentar e setorização do complexo estuarino da baía da Babitonga/SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, 62-63: 85-105, 2008.

VIEIRA, C. V.; HORN FILHO, N. O. Paisagem marinha da baía da Babitonga, nordeste do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 10: 1677-1689, 2017.

VILLAGRAN, X. S. O que sabemos dos grupos construtores de sambaquis? Breve revisão da arqueologia da costa sudeste do Brasil, dos primeiros sambaquis até a chegada da cerâmica Jê. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, 23: 139-154, 2013.

VILLAGRAN, X. S., GIANNINI, P. C. F. Shell mounds as environmental proxies on the southern coast of Brazil. **Holocene**, 24: 1009–1016, 2014.

WATLING J, SAUNALUOMA S, PÄRSSINEN M, SCHAAN D. Subsistence practices among earthwork builders: phytolith evidence from archaeological sites in the southwest Amazonian interfluves. **J Archaeol Sci Reports**, 4:541–551, 2015.

WATLING, J; SHOCK, M. P.; MONGELÓ, G. Z.; ALMEIDA, F. O.; KATER, T.; OLIVEIRA, P. E.; NEVES, E. G. Direct archaeological evidence for Southwestern Amazonia as an early plant domestication and food production centre. **PLOS ONE** 13(7), 2018.

WEISS, H., BRADLEY, R. S. What drives societal collapse? **Science**, 291: 609–610, 2001.

WESOLOWSKI, V., SOUZA, S. M. F. M., REINHARD, K. Grânulos de amido e fitólitos em cálculos dentários humanos: contribuição ao estudo do modo de vida e subsistência de grupos sambaquianos do litoral sul do Brasil. **Rev. Mus. Arq. Etn.**, 17:191-210, 2007.

ZERGER, G.; BANDEIRA, D. R.; ZERGER, L. J. Caieiras de Araquari, São Francisco do Sul e entorno: inquietações de um patrimônio. In: **Patrimônio cultural de São Francisco do Sul com base na pesquisa em arqueologia histórica** (ORG) BANDEIRA, D. R.; BORBA, F. M., ALVES, M. C. Joinville: Editora Univille, p. 173-193, 2017.

RECONSTITUIÇÃO PALEOBIOGEOCLIMÁTICA DA GRUTA PAU-FÉRRO, MINAS GERAIS, BRASIL, ATRAVÉS DA ANÁLISE DE FITÓLITOS

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Karina Ferreira Chueng

Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, Departamento de Geologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ.

<http://lattes.cnpq.br/2781873086686862>

Heloisa Helena Gomes Coe

Departamento de Geografia, Faculdade de Formação de Professores da UERJ, São Gonçalo – RJ.

<http://lattes.cnpq.br/6581517407434571>

Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos

Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG.

<http://lattes.cnpq.br/0866233506189933>

Evelyn Aparecida Mecenero Sanchez

Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG.

<http://lattes.cnpq.br/0247474602058544>

Ana Clara Mendes Caixeta

Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG.

<http://lattes.cnpq.br/7748233321934866>

RESUMO: Este trabalho visa contribuir para a reconstituição paleoclimática da Serra do Espinhaço Meridional durante o Quaternário, utilizando os fitólitos como *proxy* principal. Os fitólitos são partículas microscópicas de opala biogênica que se formam por precipitação de sílica amorfa entre e no interior de células de diversas plantas vivas, como resultado da absorção de ácido silícico da solução do solo pelas plantas. Portanto, são de alto potencial de preservação e, por isso, são úteis em reconstituições paleobiogeográficas e paleoclimáticas. A área de interesse situa-se no entorno da Gruta Pau-Ferro, no município de Monjolos, Minas Gerais, Brasil, onde foram coletadas quatro amostras em um Neossolo Litólico. O estoque de fitólitos seguiu o padrão normal de diminuição de profundidade e se apresentaram bem preservados, com uma média de 79 a 81% de fitólitos classificáveis, com predomínio dos tipos produzidos por Poaceae: *bulliform paralelepipedal* e *cuneiform* (indicam estresse hídrico), *cross* e *bilobate* (ambientes úmidos) e *rondel* e *trapeziform* (regiões temperadas ou tropicais de altitude). O índice de densidade arbórea (D/P) é baixo (entre 0,08 a 0,13), indicando uma vegetação predominantemente aberta, embora atualmente em muitos locais seja encontrada uma mata seca. O índice Bi apresenta valores médios a elevados (65 a 77%), indicando moderado estresse hídrico. O índice Ic possui grandes variações em profundidade, apontando adaptação da formação vegetal a baixas temperaturas. As idades obtidas por ¹⁴C-AMS foram entre 440-225 anos cal AP. Os resultados das análises fitolíticas associadas a outros indicadores (análise *multiproxy*) deste

trabalho, agregadas às de vários outros realizados na região, se mostraram úteis para a compreensão de sua geodinâmica e evolução da paisagem durante o Quaternário.

PALAVRAS-CHAVE: Fitólitos, Gruta Pau-Ferro, Reconstituição paleobiogeoclimática, Serra do Espinhaço Meridional, Quaternário

PALEOBIOGEOCLIMATIC RECONSTRUCTION OF THE PAU-FERRO CAVE, MINAS GERAIS, BRAZIL, THROUGH PHYTOLITH ANALYSIS

ABSTRACT: This study aims to contribute at the paleoclimatic reconstruction of the Serra do Espinhaço Meridional during the Quaternary, using phytoliths as the main proxy. Phytoliths are microscopic particles of biogenic opal that are formed through precipitation of amorphous silica between and within the cells of several living plants, as a result of the absorption of silicic acid from the soil solution. Therefore, they have a high preservation potential, being useful in paleobiogeographic and paleoclimatic reconstructions. The study area is located around the Pau-Ferro Cave, in the municipality of Monjolos, Minas Gerais, Brazil, where four samples were collected from a Litholic Neossol. The phytolith stock followed the normal pattern of decreasing with depth and the phytoliths were well preserved, with a mean of 79 to 81% of classified phytoliths. There was a predominance of types produced by Poaceae: parallelepipedal and cuneiform bulliform (indicating water stress), cross and bilobate (humid environments), and rondel and trapeziform (temperate or high-altitude tropical regions). The tree density index (D/P) is low (between 0.08 and 0.13), indicating predominantly open vegetation, although dry forest is currently found in many places. The Bi index presents medium to high values (65 to 77%), indicating moderate water stress. The Ic index has great variations in depth, indicating adaptation of plant formation to low temperatures. The ages obtained through ^{14}C -AMS were between 440-225 cal years BP. The results of phytolith analyses associated with other indicators (multiproxy analysis) of this work, combined with those of several others carried out in the region, proved useful for understanding its geodynamics and landscape evolution during the Quaternary.

KEYWORDS: Phytoliths, Pau-Ferro Cave, Paleobiogeoclimatic Reconstruction, Southern Espinhaço Mountain Range, Quaternary.

1 | INTRODUÇÃO

Reconstituições paleoambientais exigem sempre a utilização de um indicador (*proxy*), ou mesmo a combinação de vários deles (estudos *multiproxies*) (COE *et al.*, 2013a). Os *proxies* para estudo de paleoclimas podem ser de natureza física, química ou biológica. Figuram entre os principais *proxies* paleoclimáticos a razão de isótopos estáveis de oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$), a análise da textura, cor, propriedades magnéticas e composição de depósitos sedimentares, uma ampla gama de espécies de microalgas, animais e vegetais, além de carvão e biomarcadores. Nesta última categoria estão os fitólitos, objeto da análise do presente estudo (USGS, 2019).

Fitólitos são partículas microscópicas (<60-100 μm) de opala biogênica, que se formam por precipitação de sílica amorfa entre e no interior de células de diversas plantas

vivas, formadas como resultado da absorção de ácido silícico [Si(OH)₄] da solução do solo pelas plantas (PIPERNO, 2006). A célula vegetal onde o fitólito é formado funciona como um molde, que determina a forma dessas partículas, as quais, por consequência, acabam indicando em níveis familiares os grupos vegetais presentes em determinadas áreas. Devido a estas características, aliado ao fato de se preservarem bem em condições oxidantes, como os solos (COE e OSTERRIETH, 2014), os fitólitos acabam sendo úteis em reconstituições paleoambientais e paleobiogeográficas.

Várias são as aplicações das análises fitolíticas em estudos ambientais. No campo da Botânica, da Paleontologia e da Paleoecologia servem para documentação e reconstrução da biodiversidade, sua distribuição paleogeográfica, bem como para a caracterizações biotópicas. Também são utilizados em estudos de Pedologia (por exemplo, na análise da distribuição de fitólitos em perfis de solo atuais e em horizontes enterrados, no uso da terra e como biorremediação), em Geomorfologia para compreensão da evolução da paisagem, em Geoquímica Ambiental no entendimento do sequestro de minerais pesados e na Arqueologia para entender o repertório cultural e padrões de ocupação humana (COE *et al.*, 2013a; COE e OSTERRIETH, 2014).

Entretanto, como acontece com qualquer *proxy*, a utilização de fitólitos apresenta algumas limitações. A produção de fitólitos é múltipla e redundante. Uma mesma planta pode produzir diferentes morfotipos (multiplicidade). O mesmo morfotipo pode ser produzido em diferentes tecidos da planta e por diferentes plantas (redundância), que podem ou não ter uma relação taxonômica. Portanto, é necessário a utilização do princípio da uniformidade. Estudam-se assembleias modernas e fósseis, calculam-se índices fitolíticos (relações de abundância em fitólitos), verificando-se se as sequências fitolíticas nos solos, resultantes dos processos de acumulação e/ou erosão, de translocação e de dissolução, mostram um aumento da idade média das partículas com a profundidade e podem ser interpretadas em termos paleoambientais (ALEXANDRE *et al.*, 1997; COE e OSTERRIETH, 2014).

No Brasil, estudos recentes utilizando este bioindicador realizados por Coe *et al.* (2013a, 2013b, 2014, 2015, 2017, 2018), Augustin *et al.* (2014), Parolin *et al.* (2017), Santos *et al.* (2017), Chueng *et al.* (2018, 2019), entre outros, se mostraram promissores para os conhecimentos sobre a vegetação e inferências de variações climáticas. Neste sentido, aplicou-se a análise de fitólitos em áreas cársticas da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), uma vez que estes terrenos atuam como repositório de dados paleoclimáticos, incluindo aqueles advindos da análise de fitólitos.

O cinturão orogênico Espinhaço Meridional limita o sudeste do Cráton do São Francisco e estende-se por cerca de 300 km na direção N-S (AUGUSTIN, 2011). A serra, definida por Saadi (1995) como planalto do Espinhaço, é formada por um conjunto de terras altas (Domínio Montanhoso), de direção geral norte-sul, com forma de bumerangue e convexidade orientada para oeste. Sua litologia, associada a um clima tropical de altitude, a importantes nascentes e uma vegetação preservada, torna-a uma região propícia à formação de áreas cársticas.

Estudos anteriores realizados por Vasconcelos (2014) mostram a importância geológica e geomorfológica desta área cárstica. Segundo esta autora, a morfologia cárstica por si só representa importante elemento investigativo para o resgate da história do carste, ajudando a compreender os estágios de evolução. Além disso, as diferentes formações vegetacionais contribuem e interagem de forma distinta com os solos e, conseqüentemente, em sua evolução, bem como no desenvolvimento do carste.

Entender a dinâmica da paisagem pretérita e atual, aliada aos processos geomorfológicos e fatores como litologias, vegetação e solos é fundamental para a compreensão da evolução da paisagem em uma porção da Serra do Espinhaço Meridional (AUGUSTIN *et al.*, 2014; CHUENG *et al.*, 2019).

2 | ÁREA DE ESTUDOS

A Gruta Pau-Ferro localiza-se no município de Monjolos, em propriedade agropecuária, nas coordenadas geográficas 18°19'06.06"S e 44°06'26.51"O, e elevação 573 metros. (Figura 1), nos domínios geológicos do Supergrupo São Francisco. O relevo é elaborado sobre rochas carbonáticas muito solúveis que favorecem o desenvolvimento do Domínio de Morros e Serras Baixas, com altitudes entre 520 a 800 metros, colinas amplas e suaves e superfícies aplainadas características dessa litologia. A área apresenta um exocarste típico, composto por maciços, e o endocarste é bem desenvolvido e marcado por cursos d'água subterrâneos e sistemas com cavernas (GUIMARÃES *et al.*, 2011).

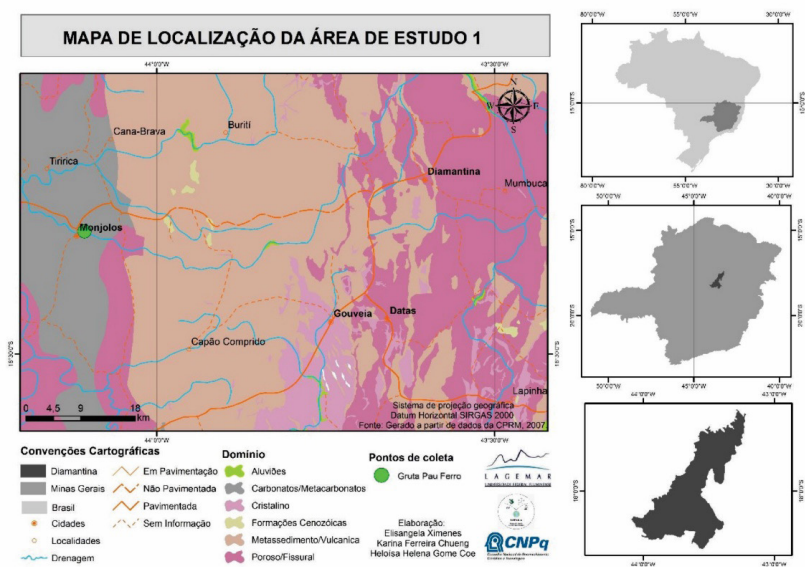


Figura 1: Mapa de localização do entorno da Gruta Pau-Ferro

Desenvolvida em rocha calcária, a gruta possui cinco entradas distribuídas ao longo de 701,8 metros com direção longitudinal preferencial SO-NE. Possui ampla diversidade de espeleotemas como estalactites, estalagmites, travertinos, colunas, cortinas, coraloides entre outros (Figura 2) (TEXEIRA- SILVA *et al.*, 2005).

Nesta região são encontrados cânions entalhados perpendiculares à escarpa por cursos de água pertencentes à bacia do rio São Francisco, como os rios Pardo Grande, Pardo Pequeno, Preto e Jequitáí, entre outros (BATISTA *et al.*, 1995). Observa-se, ainda, serras de topografia bem acidentada com controle estrutural orientando as cristas ruíniformes, no sentido NNW (VASCONCELOS, 2014).

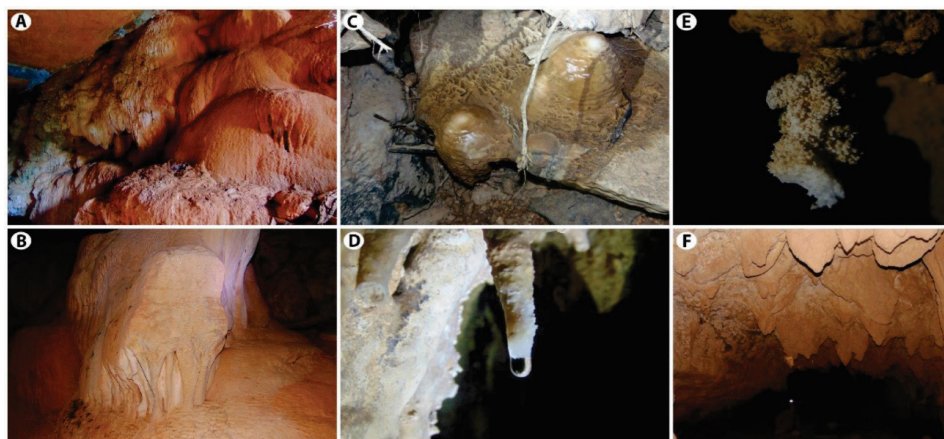


Figura 2: A-F: Diferentes espeleotemas desenvolvidos em calcita na Gruta Pau-Ferro, Monjolos-MG. A) cortina, B) coluna, C) estalagmites D) gotejamento de água e calcita, E) coraloides, F) estalactites (Fotos: Chueng, 2016)

O clima da Serra do Espinhaço é, de acordo com a classificação de Köppen (NIMER e BRANDÃO, 1989), do tipo Cwb-mesotérmico, tropical de altitude, com inverno seco e verão úmido e brando, podendo ser fortemente influenciado pelo relevo. A precipitação média é de 1.100-1.500 mm/ano (NEVES *et al.*, 2005).

Conforme o Mapa de Solos elaborado por Guimarães (2012), os solos identificados na região das rochas carbonáticas entre Monjolos e Rodeador foram Neossolos Litólicos, Neossolos Flúvicos, Cambissolos, Argissolos e Latossolos (VASCONCELOS, 2014).

A SdEM está inserida nos domínios fitogeográficos do Cerrado e da Mata Atlântica, ambos considerados *hotspots* de biodiversidade (MITTERMEIER *et al.*, 2004). A vegetação da Serra do Espinhaço, apesar de ser predominantemente composta por campo rupestre, condicionado pelas características litológicas, pedológicas e climáticas, é composta por uma grande diversidade de aspectos fitofisionômicos, característicos do bioma cerrado. A cobertura vegetal é formada por um mosaico de fitofisionomias, que incluem formações

florestais associadas aos cursos d'água ou áreas de baixadas, geralmente representadas por florestas estacionais semidecíduais e distintas fisionomias savânicas (GIULIETTI *et al.*, 1997; RAPINI *et al.*, 2008). O cerrado pode apresentar variações quanto à predominância dos estratos vegetais, com cobertura arbórea de 70% a 5% (RIBEIRO e WALTER, 1998).

3 I MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

O material foi coletado em um perfil de solo no exterior da Gruta Pau-Ferro. Como é possível observar na Figura 3, próximo ao ponto de amostragem, o relevo é escarpado e íngreme.

Trata-se de um Neossolo Litólico, onde foram coletadas amostras no Horizonte A (0-5cm), Horizonte B (5-18cm), Horizonte C1 (18-26cm) e Horizonte C2 (26-57cm), totalizando 4 amostras (Figura 4). A vegetação atual do entorno do ponto de coleta é composta por uma mata seca.

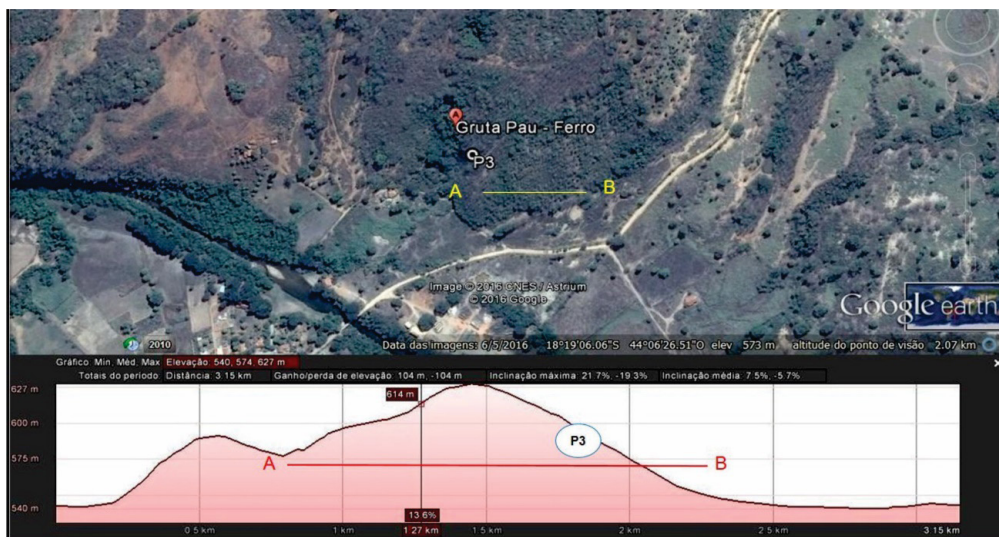


Figura 3: Localização do entorno da Gruta Pau Ferro com o ponto de amostragem e perfil do relevo no transecto AB. O acesso à entrada da caverna se dá nas proximidades do ponto B.

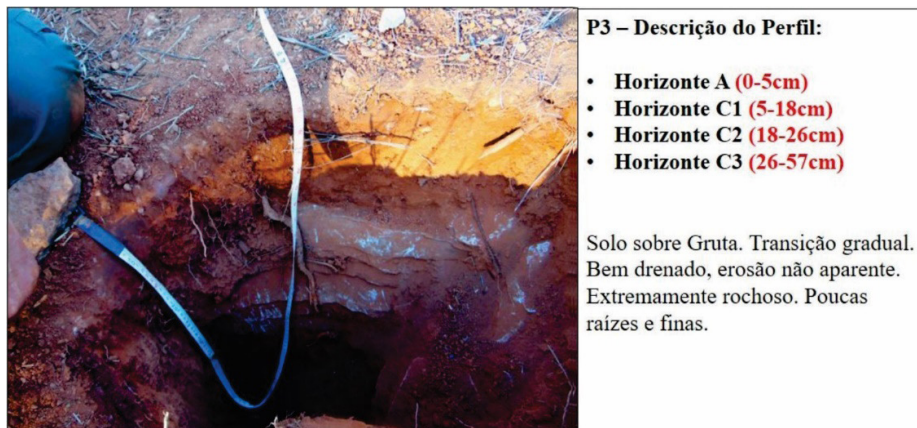


Figura 4: Perfil coletado de Neossolo Litólico no entorno da Gruta Pau-Ferro, com sua respectiva descrição

3.2 Métodos

3.2.1 Extração de fitólitos

A extração de fitólitos foi realizada nos laboratórios de Sedimentologia do Departamento de Geologia e Geofísica da Universidade Federal Fluminense (UFF) e laboratórios do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da UERJ (UERJ-FFP). A preparação inicial consistiu em secar e peneirar a 2mm 10g de amostra e eliminar carbonatos com HCl, óxidos de ferro com Citrato e Ditionito de Sódio, a matéria orgânica com ácido nítrico, ácido sulfúrico e H_2O_2 e a fração argila por decantação, com solução de EDTA e Hexametáfosfato de Sódio. Tomou-se uma alíquota de 25 μl do material precipitado e confeccionaram-se lâminas para microscopia em óleo de imersão (temporárias) e Entellan® (permanentes), nas quais foi realizada a determinação de seu conteúdo, a descrição dos principais morfotipos de fitólitos e estado de alteração das partículas. A microscopia foi realizada no Laboratório de Dinâmicas Ambientais (LABDIN) da UERJ-FFP. Foram feitas a identificação e contagem ao microscópio óptico, com aumento de 500 a 630x, de pelo menos 200 fitólitos classificáveis a fim de: a) estimar a frequência relativa dos distintos morfotipos segundo o Código Internacional de Nomenclatura de Fitólitos (ICPN 1, MADELLA *et al.*, 2005); b) analisar o grau de alteração dos fitólitos (classificáveis / não classificáveis); c) calcular o estoque total de fitólitos em cada amostra. A partir desta contagem, calculam-se índices fitolíticos (relações de abundância de determinados morfotipos de fitólitos), que permitem inferir parâmetros de vegetação, tais como: (1) a densidade da cobertura arbórea (D/P), (2) a densidade de palmeiras (Pa/P), (3) o índice de aridez (Iph), (4) o índice climático (Ic) e (5) o índice de estresse hídrico (Bi) (COE *et al.*, 2013).

3.2.2 Datações por ^{14}C -AMS

Foram realizadas duas datações por ^{14}C -AMS das amostras da Gruta Pau-Ferro, no Laboratório de Radiocarbono (LAC/UFF), na Universidade Federal Fluminense. As idades foram calibradas utilizando a curva SHCal e o software Oxcal.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análises Fitolíticas

O estoque de fitólitos no perfil analisado no exterior da Gruta Pau-Ferro segue o padrão normal, diminuindo conforme aumenta-se a profundidade (Figura 5). O estoque vai de 293 fitólitos no Horizonte C3 (26-57cm) aumentando para 381 fitólitos no Horizonte A (0-5cm).

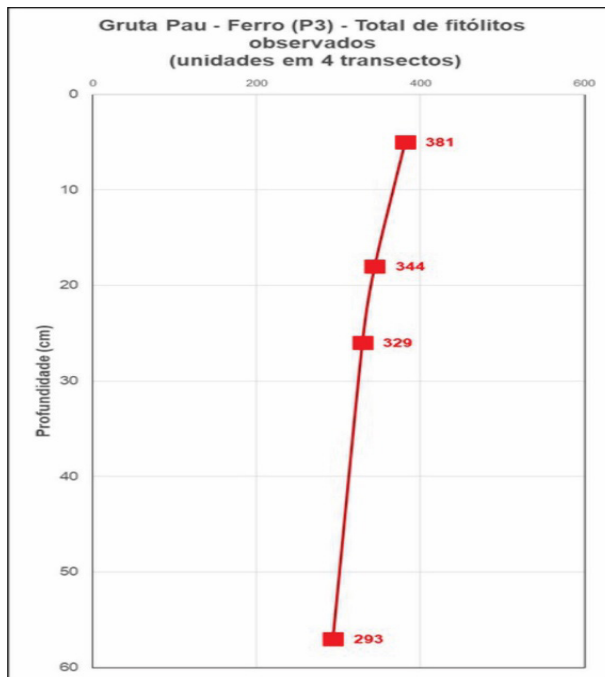


Figura 5: Estoque de fitólitos do entorno da Gruta Pau-Ferro

A qualidade da preservação dos fitólitos não variou conforme a profundidade, mantendo-se bem preservados. As formas classificáveis atingiram uma média de 79 a 81% de fitólitos, enquanto as não classificáveis ficaram entre 18 a 21% (Figura 6). Entretanto, os fitólitos apresentam-se bastante corroídos, indicando processos de intemperismo químico.

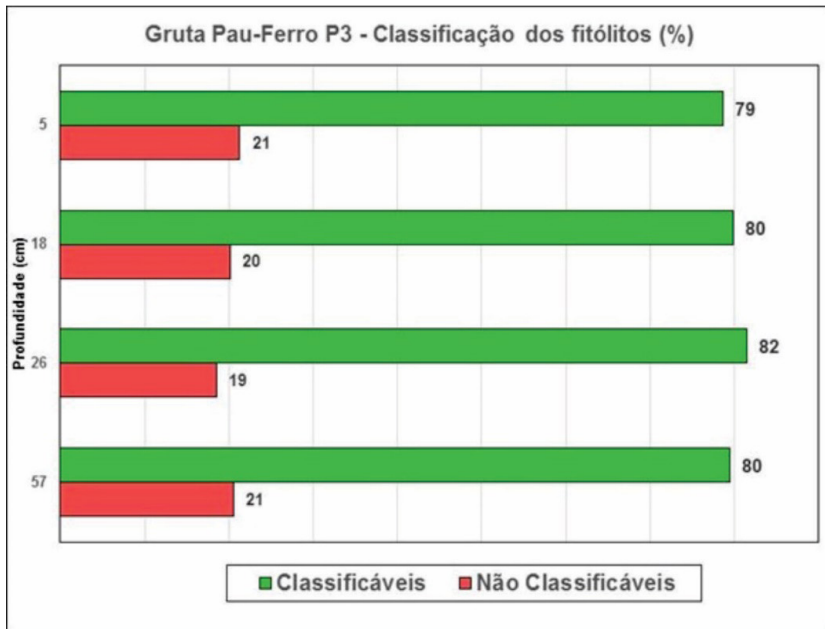


Figura 6: Classificação dos fitólitos do Perfil do Neossolo Litólico, no entorno da Gruta Pau Ferro

Entre os fitólitos classificáveis predominam os tipos *bulliform paralelepipedal* e *bulliform cuneiform*, além dos tipos *cross* e *bilobate* (produzidos por Poaceae, sobretudo Panicoideae), *rondel* e *trapeziform* (relacionados a Poaceae de regiões temperadas ou tropicais de altitude), seguidos dos tipos *globular granulate* (produzidos Dicotiledôneas Lenhosas), *elongate* e *acicular*. Também se observa o tipo *globular echinate* (Arecaceae), porém em baixa porcentagem (Figura 7a e b).

O índice de densidade arbórea (D/P) é baixo (entre 0,08 a 0,13), indicando uma vegetação aberta ao longo do período estudado. O índice Bi apresenta valores médios a elevados (65 a 77%), com pequenas variações ao longo da profundidade, indicando moderado estresse hídrico. O índice Ic possui grandes variações em profundidade, com um aumento da porcentagem (de 54 para 83%) do Horizonte C2 para o Horizonte C1 (57-26cm), diminuindo progressivamente em relação à superfície, quando atinge 22% no Horizonte A (Figura 8).

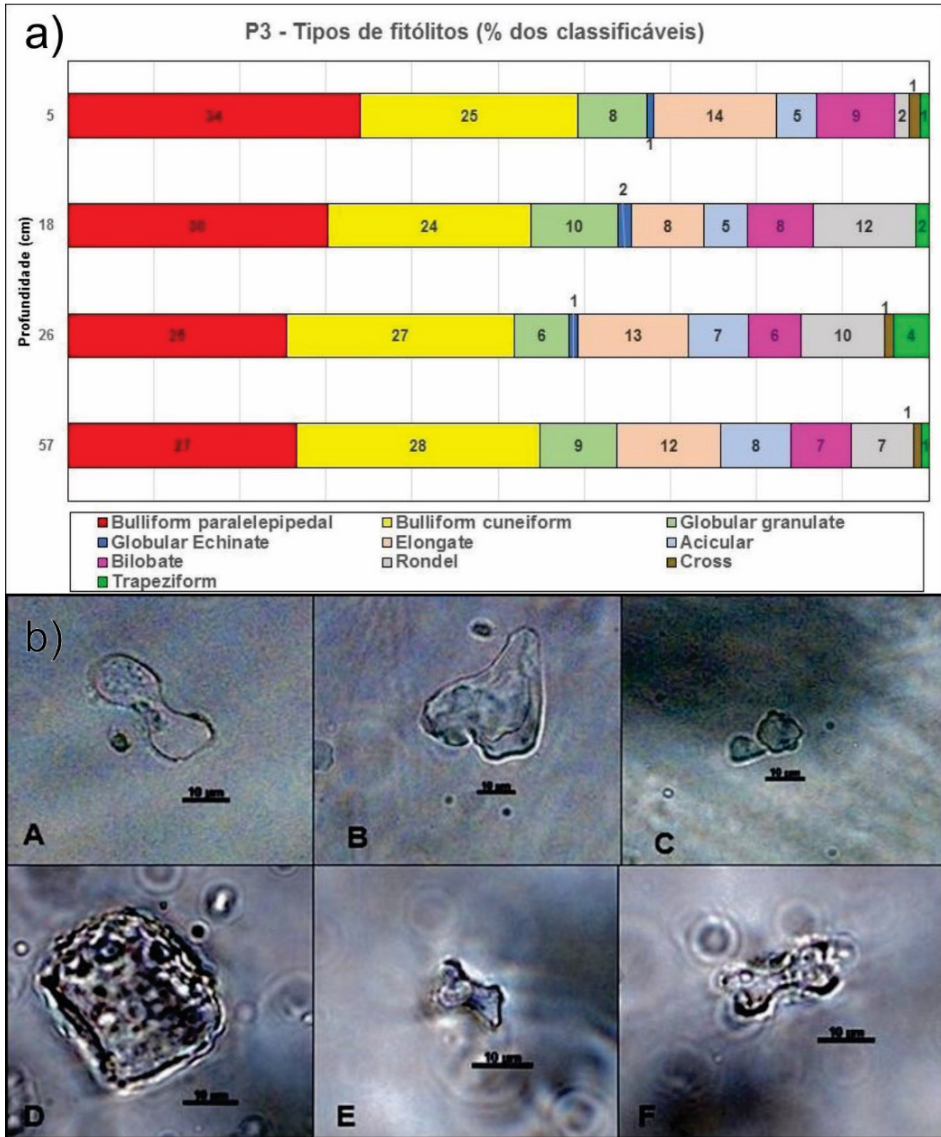


Figura 7: A) Tipos de fitólitos no entorno da Gruta Pau-Ferro e B) Tipos de fitólitos observados no microscópio no entorno da Gruta Pau-Ferro

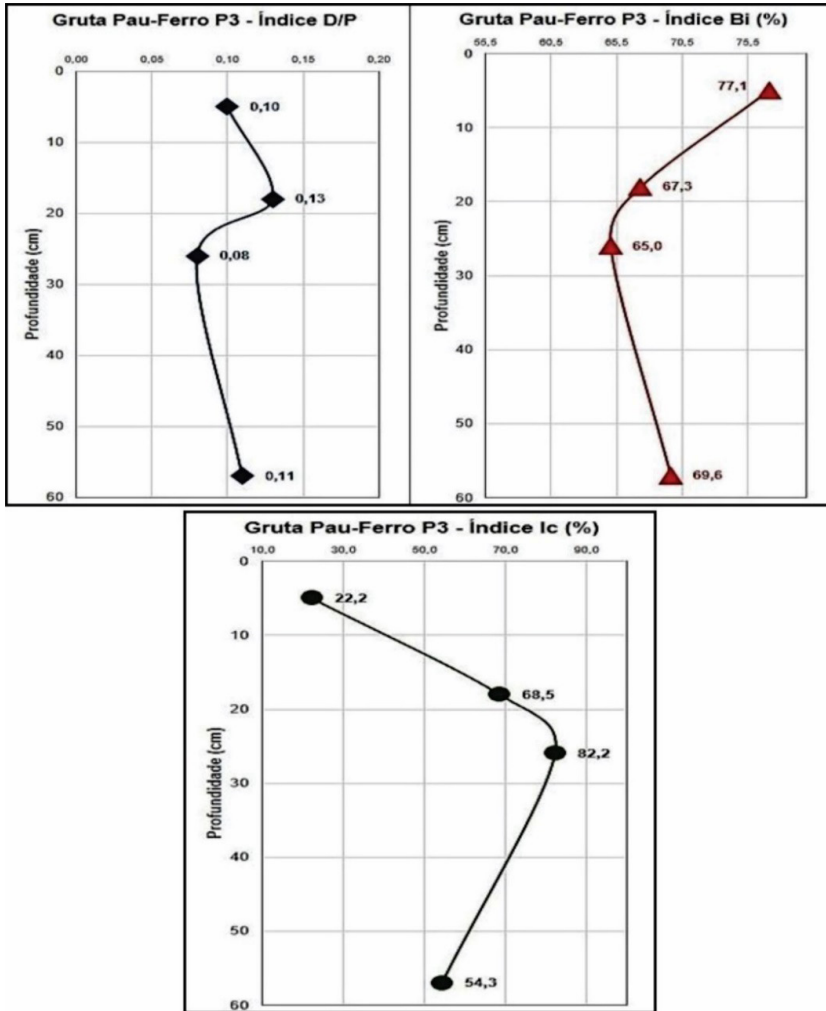


Figura 8: Índices fitolíticos do entorno da Gruta Pau-Ferro

4.2 Datações por ^{14}C -AMS

Na profundidade de 57 cm a idade obtida foi de 440 - 414 anos cal AP e na profundidade de 18cm foi de 250 -225 anos cal AP.

4.3 Tendências observadas

No período observado, a vegetação foi correspondente à mata seca, provavelmente devido à litologia carbonática. O índice Ic mais elevado e o D/P mais baixo são encontrados no Horizonte C2, sugerindo um episódio mais frio e seco entre 440 e 250 anos cal AP. Valores semelhantes de D/P e Bi foram encontrados por Augustin *et al.* (2014) na Serra do Engenho, MG, por Rocha (2014) em Gouveia, MG, e por Chueng *et al.* (2019) em Chapadinha, MG. Outros estudos paleoambientais, como o de Bispo *et al.* (2016) e Costa

(2018) utilizando dados palinológicos, isotópicos e geoquímicos, apontam a tendência de aumento da temperatura na segunda metade do Holoceno.

Devido ao relevo acidentado e topografia íngreme, a Gruta Pau Ferro está sujeita a intensos processos erosivos, tanto com aporte de materiais que são trazidos de montante e se depositam sobre a gruta, como, eventualmente, também com a retirada de material no entorno da gruta. Da estrada até o topo da cavidade observa-se áreas com forte inclinação, maior erosão, rampas mais suaves com acúmulo de material e áreas íngremes, como no topo da caverna, que favorecem um fluxo hídrico com maior erosão, conseqüentemente favorecendo o rejuvenescimento do solo analisado. Esse fato, aliado à datação tão recente obtida para o Neossolo Litólico analisado no topo da caverna, corrobora o alto grau de alteração dos fitólitos encontrados, ligados a um ambiente de processos erosivos intensos. Resultados semelhantes foram encontrados nos estudos de Augustin *et al.* (2014) também na Serra do Engenho (MG), na SdEM

A vegetação desempenha um papel muito importante na retenção dos sedimentos que são carregados nestes processos. Embora atualmente em muitos locais seja encontrada uma mata seca, o **índice D/P** indicou uma vegetação predominantemente aberta, o que favorece os processos erosivos. As análises fitolíticas mostraram que não houve mudança na vegetação, sendo similar à atual. Isto pode estar ligado ao fato de que o ambiente é composto por rochas calcárias, as quais podem interferir na formação e fitofisionomias de vegetação de maneiras distintas, caracterizadas essencialmente pela escassez de solo e pela condicionante edáfica.

5 | CONCLUSÕES

Os resultados apresentados mostraram a importância e contribuição dos fitólitos como *proxy* para a reconstituição paleobiogeoclimática da região da Gruta Pau-Ferro e, por consequência, da Serra do Espinhaço Meridional, no Quaternário.

Na área estudada, as análises fitolíticas indicaram uma vegetação aberta (mata seca), provavelmente devido à litologia carbonática, ao longo de todo o período de tempo analisado, com um episódio relativamente mais frio e seco entre 440 e 250 anos cal AP. Esses resultados locais podem ser associados com outros estudos paleoambientais a nível regional, na Serra do Espinhaço Meridional, e com eventos globais, que apontam oscilações de temperatura, como a Pequena Idade do Gelo, ocorrida entre os séculos XV e XIX.

Tais interpretações são úteis para estabelecer as condições paleobiogeoclimáticas da SdEM. A análise fitolítica associada a estudos geomorfológicos se mostrou bastante promissora na compreensão da evolução da paisagem cárstica. Estas pesquisas paleobiogeoclimáticas são fundamentais para compreensão da natureza e suas dinâmicas.

Os fitólitos mostraram relevância para diferentes técnicas e análises, uma vez que, através destes submicrofósseis, foi possível inferir oscilações climáticas e a dinâmica da vegetação local, relacionando-as com pesquisas anteriores no Cerrado.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, A., MEUNIER, J.D., COLIN, F., KOUD, J.M. Plant impact on the biogeochemical cycle of silicon and related weathering processes. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, 61, p. 677-682, 1997.

AUGUSTIN, C. H. R. R. **Geodinâmica Quaternária no Espinhaço Meridional** - MG. Belo Horizonte: UFMG: 32 p. 2011.

AUGUSTIN, C. H. R. R., COE, H. H.G., CHUENG, K. F., GOMES, J. G. Analysis of geomorphic dynamics in ancient quartzite landscape using phytolith and carbon isotopes, Espinhaço Mountain Range, Minas Gerais, Brazil. **Geomorphologie** (Paris), v.4, p.355 - 376, 2014.

BATISTA, A. J.; CASTRO, W. B. M., GRECO, F. M. **Geologia da região da Serra de Minas entre Conselheiro Mata e Rodeador**. UFMG, Diamantina, 79 p., 1995.

BIGARELLA, J. J., BECKER, R. D., SANTOS, G. F. **Estrutura das paisagens tropicais e subtropicais**. Vol. 1, Editora da UFSC, Florianópolis, 425 p., 1994.

BISPO, D. F.A.; SILVA, A. C.; CHRISTOFARO, C.; SILVA, M. L. N.; BARBOSA, M. S.; BARRAL, U. M. Characterization of Headwaters Peats of the rio Araçuaí, Minas Gerais State, Brazil. **Catena**, 143, p. 18-25, 2016.

CHUENG, K.F.; COE, H.H.G.; FAGUNDES, M.; VASCONCELOS, A.M.C.; e RICARDO, S.D.F. Reconstituição Paleoambiental da Área Arqueológica de Serra Negra, Face Leste do Espinhaço Meridional (Minas Gerais), através da Análise de Fitólitos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, nº7, p. 2260-2275, 2018.

CHUENG, K. F.; COE, H. H. G.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; MACARIO, K. D.; RICARDO, S. D. F.; VASCONCELOS, A. M. C. Landscape paleodynamics in siliciclastic domains with the use of phytoliths, sponge spicules and carbon isotopes: The case of southern Espinhaço Mountain Range, Minas Gerais, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 95, p. 212-232, 2019.

COE, H.H.G., OSTERRIETH, M. **Synthesis of some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina)**, 1 ed. Nova Science, New York, 280p., 2014.

COE H.H.G., GOMES J.G., CHUENG K. Exemplos de reconstituições da vegetação e inferências de paleoclimas no Estado do Rio de Janeiro através da utilização de biomineralizações de sílica (fitólitos) e isótopos de carbono. **Revista Tamoios (Online)**, v.9, pp. 1 – 21, 2013a.

COE, H. H. G., ALEXANDRE, A., CARVALHO, C. N., SANTOS, G. M., SILVA, A. S., SOUSA, L. O. F., LEPSCH, I. F. Changes in Holocene tree cover density in Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brazil): Evidence from soil phytolith assemblages. **Quaternary International**, 287, pp.63–72, 2013b.

COE, H. H. G., MACARIO, K., GOMES, J. G., CHUENG, K. F., OLIVEIRA, F., GOMES, P. R. S., CARVALHO, C., LINARES, R., ALVES, E., SANTOS, G. M. Understanding Holocene variations in the vegetation of Sao Joao River basin, southeastern coast of Brazil, using phytolith and carbon isotopic analyses. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 415, p. 59-68, 2014.

- COE, H. H. G., SEIXAS, A. P., GOMES, J. G., BARROS, L. F. P. Reconstituição Paleobiogeoclimática através de Fitólitos e Isótopos de Carbono no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Revista Equador**, 4, p.1439-1447, 2015.
- COE, H. H. G., RICARDO, S. D. F., SOUSA, L.O.F., DIAS, R. R. Caracterização de fitólitos de plantas e assembleias modernas de solo da caatinga como referência para reconstituições paleoambientais. **Quaternary and Environmental Geosciences** v.8, p. 9-21, 2017.
- COE, H. H. G., RAMOS, Y. B. M., SILVA, A. L. C., SOUZA, L. O. F., MACÁRIO, K. D., DIAS, R. R. Paleovegetação da Ilha Grande (Rio de Janeiro) no Holoceno através do estudo de fitólitos e isótopos do carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11 (02), p 456-476, 2018.
- COSTA, C. R. **Reconstituição paleoambiental utilizando uma abordagem multi-proxy em um registro de turfeira tropical de montanha Minas Gerais, Brasil**. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG, 132p, 2018.
- GIULIETTI, A. M., PIRANI, J. R., HARLEY, R. M. Espinhaço Range Region eastern Brazil, in: DAVIS, S. D., HEYWOOD, V. H., HERRERA-MACBRYDE, O., VILLA-LOBOS, J., HAMILTON, A. C. (Eds.), **Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for their Conservation**. WWF e IUCN, Cambridge, England, p. 397-404, 1997.
- GUIMARÃES, R. L. **Mapeamento Geomorfológico do carste da região de Monjolos – Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado, PUC-MG, Belo Horizonte, 2012, 160 p. 2012.
- GUIMARÃES, R. L., TRAVASSOS, L. E. P., LINKE, V. Geografia cultural do carste tradicional carbonático de Monjolos, MG: uma primeira aproximação. **Anais do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia**, Sociedade Brasileira de Espeleologia, Ponta Grossa. 2011.
- MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, v.96, p. 253-260, 2005.
- MITTERMEIER, R. A., GIL, P. R., HOFFMAN, M., PILGRIM, J., BROOKS, T., MITTERMEIER, C. G., LAMOREUX, J., FONSECA, G. A. B. **Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Cemex, Conservation International, Agrupación Sierra Madre, Mexico City. 392p., 2004.
- NEVES, S. C., ALMEIDA-ABREU, P. A., FRAGA, L. M. S. Fisiografia. in: SILVA, A. C., PEDREIRA, L. C. V. S. F., ALMEIDA-ABREU, P. A. (Eds.), **Serra Do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. O Lutador, Belo Horizonte, p. 47–58, 2005.
- NIMER, E., BRANDÃO, A. M. P. M. **Balanço hídrico e clima da região dos cerrados**. 1ª ed., FIBGE, Rio de Janeiro, 166p., 1989.
- PAROLIN, M., MONTEIRO, M. R., COE, H. H. G., COLAVITE, A. P. Considerações Paleoambientais do Holoceno Médio por Meio de Fitólitos na Serra do Cadeado, Paraná. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, SBGFA: p. 96-103, 2017.
- PIPERNO, D. R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. New York: Altamira Press, 2006.

RAPINI, A., RIBEIRO, P. L., LAMBERT, S., PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, 4, p.16–24, 2008.

RIBEIRO J. F. R.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P. **Cerrado ambiente e flora**. Embrapa, Planaltina, DF, 1998.

ROCHA, A. P. **Reconstituição Paleobiogeoclimática da Depressão de Gouveia, Minas Gerais, durante o Pleistoceno Superior/ Holoceno, através da análise de fitólitos extraídos de Sedimentos de uma Voçoroca**. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia): UERJ – FFP, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores, São Gonçalo, 91 p., 2014.

SANTOS, C. P., COE, H. H. G., RAMOS, Y. B. M., SOUSA, L.O.F., SILVA, A. L. C., FREIRE, D. G., SILVESTRE, C. P. Caracterização das comunidades vegetais na Restinga de Maricá, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. **Revista Tamoios**, 1: p.121-135, 2017.

TEXEIRA-SILVA, C. M.; FALEIROS-SANTOS, T.; ROBERTO, G. G.; VIEIRA, F. F.; MORAIS, F.; OLIVEIRA, G. P. C.: ONOFRE-OLIVEIRA, S.; FERREIRA, A. S.; MATTEO, D. E. G. Espeleologia na área cárstica de Monjolos, MG. In: **Congresso Brasileiro de Espeleologia**, 28, 2005, Campinas. Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE, 2005.

USGS. Disponível em: <https://www2.usgs.gov/landresources/lcs/paleoclimate/proxies.asp>. Acessado em: 03/06/2020.

VASCONCELOS, A. M. C. **O criptocarste como interface entre o solo e o substrato rochoso: comparação entre os ambientes siliciclástico e o carbonático na região entre Rodeador e Diamantina – MG**. Tese de doutoramento, IGC-UFMG / Université de Rouen, Belo Horizonte, 167 p, 2014.

DINOSSAUROS DO CARIRI NA LITERATURA INFANTOJUVENIL BRASILEIRA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Lana Luiza Maia Feitosa Sales

Universidade Federal do Ceará, Departamento
de Geologia, Fortaleza
ORCID 0000-0002-3971-1219

Maria Helena Hessel

Fundação Paleontológica Phoenix, Aracaju
ORCID 0000-0002-2940-3255

José de Araújo Nogueira Neto

Universidade Federal de Goiás, Faculdade de
Ciências e Tecnologia, Aparecida de Goiânia
ORCID 0000-0003-3706-2443

RESUMO: Na atualidade, são conhecidas cientificamente mais de mil espécies de dinossauros no mundo todo, sendo quase 30 gêneros encontrados no Brasil. Nossas crianças sabem, desde tenra idade, o nome de muitos dinossauros norte-americanos, personagens frequentes na literatura infantojuvenil disponível em nosso país, mas desconhecem nomes de dinossauros brasileiros. Diante disso, buscamos saber quais dinossauros brasileiros aparecem em narrativas literárias infantojuvenis disponíveis no país. Assim, investigamos 78 obras que circulam no mercado nacional tendo dinossauros como destacados personagens. A análise das narrativas empreendida foi baseada em Colomer (2002), Lluch (2003), Hunt (2010), van der Linden (2011), e Nikolajeva e Scott (2011).

Nos livros investigados, identificamos três que referem algum dinossauro encontrado na região do Cariri nordestino. Os livros são de autoria de: a) Francisco Cunha e Willian Brito (*Viagem ao Cretáceo*, 1997), que traz a história de crianças que observam dinossauros do gênero *Angaturama* no Ceará; b) Fernando Vilela (*Dino e Saura*, 2017), com a história de uma fêmea de *Oxalaia* (gênero que ocorre no Maranhão) que tem um ovo roubado e que nos paratextos menciona *Santanaraptor*, do Cariri cearense, e *Mirischia*, de Pernambuco; c) Joanna Cole (*Na era dos dinossauros* (1994), que traz uma síntese final sobre dinossauros que ocorrem no Brasil, mencionando a presença de carnossauros no Ceará, provavelmente referindo-se a *Irritator*. A existência de tão poucas obras literárias para crianças que trazem informações sobre dinossauros brasileiros mostra uma lacuna, justificando o conhecimento estrangeiro sobre os dinossauros que nossas crianças possuem, em detrimento das formas nacionais. Os dois livros que possuem paratextos, por apresentarem informações referentes aos dinossauros brasileiros, poderiam ser adotados em sala de aula. Dos vários gêneros brasileiros, apenas os dinossauros nordestinos serviram até hoje de inspiração para criar histórias infantojuvenis, o que, de certo modo, destaca o valor dos dinossauros do Cariri.

PALAVRAS-CHAVE: Paleontologia, nordeste do Brasil, livros paradidáticos.

DINOSAURS FROM CARIRI IN THE BRAZILIAN CHILDREN'S LITERATURE

ABSTRACT: Today, more than 1,000 species of dinosaurs are scientifically known worldwide, with almost 30 genera found in Brazil. The Brazilian children know, from an early age, the name of many North American dinosaurs, frequent characters in the children's literature available in our country, but not knowing the name of Brazilian dinosaurs. Therefore, we seek to know which Brazilian dinosaurs appear in literary narratives for children available in the country. Thus, we investigated 78 books that circulate in the national market having dinosaurs as prominent characters. The analysis of the narratives undertaken was based on Colomer (2002), Lluch (2003), Hunt (2010), van der Linden (2011), and Nikolajeva & Scott (2011). In the investigated books, we identified three that refer to some dinosaur found in the Cariri region. The books are authored by: a) Francisco Cunha and Willian Brito (*Viagem ao Cretáceo*, 1997), which brings the story of children who observe dinosaurs of the genus *Angaturama* in Ceará; b) Fernando Vilela (*Dino e Saura*, 2017), with the story of a female of *Oxalaia* (genus that occurs in Maranhão) who has a stolen egg and who in the paratexts mentions *Santanaraptor*, from Ceará, and *Mirischia*, from Pernambuco; c) Joanna Cole (*Na era dos dinossauros* (1994), which brings a final synthesis about dinosaurs that occur in Brazil, mentioning the presence of carnosaurus in Ceará, probably referring to *Irritator*. The existence of so few literary works for children that bring information about Brazilian dinosaurs shows a gap, justifying the foreign knowledge about dinosaurs that our children have, to the detriment of national forms. The two books that have paratexts, for presenting information regarding Brazilian dinosaurs, could be adopted in the classroom. Of the diverse Brazilian genera, only northeastern dinosaurs have served as inspiration to create children's stories, which, in a way, highlights the value of Cariri dinosaurs.

KEYWORDS: Palaeontology, northeastern Brazil, paradidactic books.

1 | INTRODUÇÃO

Umberto Eco (2012) alertou a potenciais escritores de textos literários que “é preciso situar sua história inverossímil num ambiente verossímil”, pois “os mundos ficcionais são parasitas do mundo real”. E acrescentou: “espera-se que os autores não só tomem o mundo real por pano de fundo de sua história, como ainda intervenham constantemente para informar aos leitores os vários aspectos do mundo real que eles talvez desconheçam”. A criação de um mundo ficcional verossímil em enredos literários sobre temas técnico-científicos em livros para crianças e adolescentes oferece maior credibilidade e empatia com o público leitor, podendo ser bastante adequada quando queremos adotá-los em ambiente escolar, pois além de favorecer o raciocínio (Souza, 2006), expandir a mente e o vocabulário dos pequenos leitores (Hunt, 2010), também possibilita uma abordagem interdisciplinar (ciência e literatura, e, por vezes, também história e geografia, etc.) prazerosa. Estas afirmativas são especialmente importantes ao se construir narrativas dedicadas às crianças, onde dinossauros, tão fascinantes no cotidiano infantil, são protagonistas de obras literárias.

Desde que os dinossauros se tornaram de domínio público, em meados do século 20, eles permeiam o imaginário de crianças e jovens como símbolo de algo assustador ou

intrigante, que precisa ser conhecido, nomeado e superado para que a vida possa seguir em segurança. Uma característica na narrativa infantojuvenil contemporânea, como bem salientou Tereza Colomer (2003), é a incorporação de temas inovadores ou pouco habituais, aqueles que, pelo desenvolvimento das ciências ou da sociedade, tornaram-se hoje assuntos cotidianos. Deste modo, os dinossauros têm sido paulatinamente incorporados à temática literária à medida que se amplifica o conhecimento científico sobre sua existência, pois deles temos apenas seu registro fóssil.

Dinossauros foram reconhecidos como um distinto grupo de animais em meados do século 19, a partir de ossos e dentes petrificados encontrados perto de Oxford em abril de 1821, pela dona de casa inglesa Mary Mantell (Torrens, 1993). Desde então, centenas de novas espécies de dinossauros foram descritas, chegando hoje a mais de mil diferentes formas. Os dinossauros eram exclusivamente terrestres e viviam em planícies ou terrenos de vegetação densa sob clima quente, onde andavam solitários ou em pequenas manadas, emboscando suas presas ou pastando calmamente (Anelli, 2010). Eles dominaram a Terra muito antes de existirem os seres humanos, na Era Mesozoica, que durou cerca de 160 milhões de anos. Mais de um século depois de serem reconhecidos pela ciência, os dinossauros começaram a aparecer na literatura infantojuvenil. No Brasil, após a década de 1980 é que surgiu a grande maioria dos livros que possuem personagens de dinossauros em suas tramas narrativas.

No âmbito da Paleontologia, já foram encontrados e descritos restos fossilizados de quase trinta gêneros de dinossauros em terrenos brasileiros, em três grandes regiões:

- no Rio Grande do Sul (do período Triássico): *Buriolestes*, *Guaibasaurus*, *Macrocollum*, *Pampadromaeus*, *Saturnalia*, *Staurikosaurus*, *Teyuwasu* e *Unaysaurus*;
- no Triângulo Mineiro (do período Cretáceo em Minas Gerais, Mato Grosso e noroeste de São Paulo): *Adamantisaurus*, *Aelosaurus*, *Austroposeidon*, *Baurutitan*, *Brasilotitan*, *Gondwanatitan*, *Maxikalisauros*, *Pycnonemosaurus*, *Tapuiasaurus*, *Thanos*, *Trigonosaurus*, *Triunfosaurus* e *Uberabatitan*; e
- no Nordeste brasileiro (do período Cretáceo no Ceará, Pernambuco e Maranhão): *Amazonsaurus*, *Irritator* (sinônimo provável de *Angaturama*), *Mirischia*, *Oxalaia* e *Santanaraptor*.

Entretanto, a maioria desses nomes de dinossauros sul-americanos é desconhecida das crianças e adolescentes (e até adultos) brasileiros, que no entanto, sabem, desde tenra idade, o nome de formas norte-americanas: *Tyrannosaurus*, *Triceratops*, *Brontosaurus*, etc. São nomes de personagens frequentes na literatura infantojuvenil com a temática 'dinossauros' que encontramos nas livrarias, bibliotecas e outros estabelecimentos congêneres. Diante dessa realidade, buscamos saber quais dinossauros brasileiros aparecem em livros de literatura infantojuvenil disponíveis para nossas crianças e seus pais e/ou professores(as), sendo este o objetivo maior desse estudo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para responder a questão que propomos neste trabalho e também sugerir possíveis livros como material paradidático para docentes das escolas brasileiras, especialmente do nordeste, investigamos 78 obras literárias que circulam no mercado nacional tendo dinossauros como destacados personagens. Os livros foram reunidos através de citações em bibliografias analíticas, compêndios específicos sobre literatura infantojuvenil brasileira e portuguesa, catálogos de editoras, livrarias, bibliotecas infantis, sebos (físicos e virtuais), feiras e bancas de revistas.

As obras selecionadas compreendem narrativas em prosa, considerando que a narrativa, segundo Tereza Colomer (2002), se estrutura encadeando fatos que se desenvolvem temporalmente sob a forma de causas e consequências. Deste modo, aqui não são examinados abecedários, livros de divulgação científica, atlas, enciclopédias, manuais e livros de atividades, que não trazem narrativas de cunho literário. Também não estão aqui contemplados para análise os álbuns cartonados com *pop-ups*, minilivros, livros sonoros ou de pano, livros de imagem e obras derivadas de filmes ou séries televisivas, em geral dirigidas para crianças recém-letradas e/ou dependentes de leitura compartilhada e por trazerem texto verbal reduzido com estrutura narrativa muito simples. Apesar dos enredos terem cunho literário nos livros de imagem e com histórias em quadrinhos, a análise da arte sequencial é bastante diferenciada de textos verbais em prosa, sendo assim também aqui excluídos de nossas considerações.

Deste modo, o presente estudo abarca a análise de alguns aspectos de obras infantojuvenis impressas disponíveis no mercado brasileiro com narrativas textuais, onde há dinossauros como protagonistas ou destacadas personagens, excluindo-se aquelas nas quais estes sáurios apenas tangenciam a trama, ainda que o título possa sugerir o contrário. A análise e crítica das narrativas infantojuvenis empreendidas foram baseadas nas propostas de Tereza Colomer (2002), Gemma Lluch (2003), Peter Hunt (2010), Sophie van der Linden (2011), e Maria Nikolajeva e Carole Scott (2011), considerando tanto o texto verbal quanto o visual.

3 | DINOSSAUROS BRASILEIROS NA LITERATURA INFANTOJUVENIL

De todo o *corpus* reunido, composto por quase oitenta obras de literatura infantojuvenil em português com a temática voltada aos dinossauros, encontramos só duas que mencionam gêneros brasileiros em suas tramas (Fig.1), ambas de autores nacionais, uma da década de 1990 e outra do presente século.



Figura 1: Capa de livros de literatura infantojuvenil sobre a temática ‘dinossauros’ que citam gêneros desses sáurios que ocorrem em terrenos brasileiros: A - *Viagem ao Cretáceo*, de Francisco Cunha e Willian Brito (1997); B - *Dino e Saura*, de Fernando Vilela (2017).

Dois acadêmicos cearenses escreveram o texto de *Viagem ao Cretáceo*, publicado em Recife (1997): Francisco [Assis Bezerra da] Cunha e [Francisco] Willian Brito [Bezerra]. As ilustrações coloridas com lápis de cor e aquarela trazem a assinatura do pintor paulista [Massaki] Luís Karimai. Esta pequena brochura de formato quadrado (21 x 21 cm), com 28 páginas, mostra um *design* bastante simples, com cenários narrativos nas páginas pares e o texto verbal nas ímpares. A obra traz a história de como dois meninos e uma menina, usando um relógio que permite desintegrá-los e materializá-los noutra dimensão temporal, viajam ao tempo em que os dinossauros viviam numa área que hoje correspondente ao Cariri cearense e observam dinossauros do gênero *Angaturama* Kellner *et* Campos 1996 (p.12-14), identificando-o com o auxílio de um *notebook*. No desfecho, as crianças voltam ao presente e reencontram seus pais. O tema, bastante frequente em livros sobre dinossauros, é uma viagem ao passado através de mecanismos mágicos. O texto verbal, que o texto visual apenas ilustra, traz frases longas e os pequenos se expressam com voz adulta. A narrativa inclui muitos dados irrelevantes à trama, o que revela um objetivo francamente pedagógico e empobrece a qualidade literária da obra. Não há descrição do dinossauro em si, mas o livro tem o mérito de destacar pioneiramente a presença dos restos de dinossauros no Cariri cearense.

No presente século, o livro *Dino e Saura* (2017), publicado em São Paulo, traz textos verbal e visual complementares do artista plástico paulista Fernando Vilela. As ilustrações, executadas com carimbos e lápis de cor sobre pano de fundo branco, remetem às xilogravuras do cordel nordestino (as personagens são dinossauros do Maranhão), apoiando o interessante projeto gráfico. É uma brochura de 36 páginas e grande formato (29 cm de altura x 24 cm de largura). A narrativa é linear, sem diálogos. O narrador conta a história de uma fêmea de dinossauro *Oxalaia* Kellner, Azevedo, Machado, Carvalho *et* Henriques

2011 que tem um ovo roubado por um pterossauro, e que, enquanto voa, deixa o ovo cair noutro ninho; ao eclodirem os ovos, um deles revela um dinossauro de cor diferente, que passa a ser discriminado e acaba fugindo, sendo seguido por uma das 'irmãs'; cansados da jornada, adormecem e acordam junto com a verdadeira família do dinossauro nascido do ovo roubado, que então discrimina sua 'irmã'; as famílias se enfrentam para resgatar seus verdadeiros filhotes e eles acalmam a todos, pois, apesar de terem cores diferentes, são todos dinossauros. O desfecho é aberto, pois sugere que a paz entre eles é temporária, e um pouco moralista: é preciso conviver harmonicamente com as diferenças. O tema é inspirado no centenário conto do dinamarquês Hans Christian Andersen, *O patinho feio*, no qual um filho não corresponde à expectativa dos pais, mas depois de crescer acaba sendo aceito e ajuda a comunidade da qual participa. Todos os protagonistas são referidos a *Oxalaia*, um gênero cujos restos fósseis ocorrem somente na ilha do Cajual no Maranhão. Num paratexto inicial, o autor menciona *Santanaraptor* Kellner 1999, do Cariri cearense, e *Mirischia* Naish, Martill *et* Frey 2004, encontrado em Pernambuco. Na última página, há outro paratexto, intitulado 'Dinossauros brasileiros', onde acrescenta informações sobre todos os gêneros citados no livro, mesmo os que não participam da trama. Deste modo, separando o texto ficcional dos que trazem dados científicos, oferece a oportunidade de conversas paleontológicas paralelas ao prazer da leitura de uma narrativa fluente.

Há ainda um livro infantojuvenil que utiliza esse mesmo recurso do paratexto explicativo, mas cujo enredo não inclui dinossauros encontrados no Brasil: é *Na era dos dinossauros* (1994; edição brasileira de 2003) da escritora estadunidense Joanna Cole. Este livro ilustrado de 52 páginas pertence a uma série intitulada *O ônibus mágico*, que já vendeu internacionalmente milhões de cópias. Bruce Degen, o ilustrador, igualmente estadunidense, é um verdadeiro co-autor, pois suas imagens múltiplas, lúdicas, originais e exuberantes trazem uma narrativa complementar harmônica. Estas ilustrações com multicenas são bem adequadas ao olhar perspicaz da criança e adolescente, que em geral gosta de observar detalhes nas figuras ilustrativas. Também há muitos textos intraicônicos (palavras dentro das ilustrações) que comentam e complementam a narrativa verbal básica. As ilustrações mostram certa influência das histórias em quadrinhos, com cenários integrais abertos e boas reconstruções paleoambientais, tendo sido elaboradas com nanquim e guache. O texto verbal simples, com frases curtas, muitos diálogos e cheio de humor, traz uma narrativa linear sobre uma professora e sua turma, que organizam uma Feira de Ciências sobre dinossauros e, para tanto, vão visitar, de ônibus, um sítio de escavações paleontológicas; de lá, através de um túnel do tempo, visitam os períodos geológicos nos quais viveram os dinossauros; e, depois de muitas aventuras, voltam para sua Feira de Ciências. O desfecho é positivo e feliz, pois todos voltam para a escola com muito mais conhecimento e entusiasmo. O tema é novamente uma volta ao tempo dos dinossauros, mas enfocado de modo muito criativo e dinâmico, o que torna a leitura da obra fascinante para as crianças. A intenção didática do livro é óbvia, pois até o cenário

onde começa e termina a trama é uma escola, oferecendo assim uma oportunidade ímpar para transmitir conhecimentos, inclusive no paratexto ao final, que oferece uma síntese muito interessante sobre os dinossauros que ocorrem no Brasil (p.51). Esta é a única obra de autor estrangeiro, em português e disponível no mercado nacional, a trazer algumas informações sobre dinossauros nacionais, mencionando, entre outros, a presença de carnossauros no Ceará, referindo-se provavelmente a *Irritator*.

Na análise empreendida, identificamos ainda algumas narrativas de autores estrangeiros que trazem o correto conhecimento sobre dinossauros ocorrentes em algumas regiões do mundo sem perder o encanto da literariedade. São autoras que em suas narrativas buscam a verosimilhança preconizada por Umberto Eco (2012) e aqui inicialmente destacada. É o caso da obra infantojuvenil criada pela dramaturga sul-africana Hiawyn Oram, *Quero um dinossáurio* (1990), que traz histórias de um filhote fêmea de *Massospondylus*, um gênero encontrado só em sua região natal: Zimbábue, Lesoto e África do Sul. A escritora austríaca Edith Thabet chama a atenção sobre os tiranossauros do leste africano no livro *Reginaldo Tiranossauro* (1992), ambientando sua narrativa na região do monte Tendaguru, Tanzânia, onde foram encontrados restos deste famoso gênero, originalmente descrito a partir de fósseis norte-americanos. Uma das escritoras infantis mais premiadas da Austrália, Jackie French, criou, em *Meu bicho de estimação é um dinossauro* (2003), uma história envolvendo um *Rhoetossaurus*, gênero conhecido somente na área central de Queensland, Austrália. Por fim, destacamos a obra da escritora italiana Elisabetta Maria Dami (que adota o pseudônimo de Geronimo Stilton), que, em seu livro *O vale dos esqueletos gigantes* (2006), narra as peripécias que envolvem o gênero *Tarbosaurus*, ocorrente apenas na Mongólia. Estas narrativas literárias transmitem conhecimentos científicos verdadeiros e estimulam discussões com as crianças, caso sejam adotadas em escolas locais, valorizando o patrimônio paleontológico dos países onde foram situadas suas tramas. O mesmo poderia ocorrer no Brasil.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É curioso que, em 78 obras de literatura infantojuvenil com a temática ‘dinossauros’, disponíveis no mercado brasileiro, a que tivemos acesso, identificamos apenas três que referem algum dinossauro encontrado no nordeste brasileiro e, especificamente, no Cariri. A existência de tão poucos livros com narrativas literárias para crianças e adolescentes que trazem informações corretas sobre dinossauros mostra uma lacuna de obras que poderiam, ao lado da leitura prazerosa, oferecer informações científicas, que têm o potencial de permitir frutíferas discussões e dinamizar as tarefas escolares em nosso país. Este também deve ser o motivo pelo qual nossas crianças citam tantos nomes de dinossauros estrangeiros, em detrimento dos nacionais.

Considerando todos os livros inicialmente examinados, é interessante que, das dezenas de gêneros brasileiros, apenas os dinossauros nordestinos tenham servido de inspiração para criar histórias infantojuvenis com esses sáurios como personagens. Este fato, de certo modo, destaca o valor dos dinossauros do Cariri.

Os dois livros que possuem paratextos (*Dino e Saura* e *Na era dos dinossauros*), que complementam o conhecimento sobre dinossauros e outras questões paleontológicas, possibilitam ao(à) professor(a) amplificar facilmente o conteúdo trabalhado. Por apresentarem informações referentes aos dinossauros do Cariri, de diferentes modos, poderiam ser adotados em sala de aula para, até em atividades interdisciplinares com outras matérias das Ciências Humanas, dinamizarem o estudo de Ciências com discussões sobre os dinossauros, seus hábitos, sua evolução e extinção, sobre a história geológica do Cariri e sobre o patrimônio paleontológico a ser valorizado e protegido.

Alguns autores de livros infantojuvenis, mormente estrangeiros, ao situar a narrativa em algum local específico onde ocorrem restos de dinossauros, buscaram mencionar um gênero lá ocorrente, o que trouxe verossimilhança à narrativa. Outros autores, inclusive os brasileiros, referem-se a gêneros de ocorrência geográfica bem específica, mas não situam a “sua história inverossímil num ambiente verossímil” (Eco, 2012), o que poderia enriquecer a obra sem prejudicar a narrativa.

REFERÊNCIAS

ANELLI, Luiz Eduardo. **O guia completo dos dinossauros do Brasil**. São Paulo: Peirópolis, 2010.

COLE, Joanna. **O ônibus mágico: na era dos dinossauros**. Rio de Janeiro: Rocco [edição original de 1994], 2003.

COLOMER, Tereza (dir.). **Siete llaves para valorar las historias infantiles**. Madrid: Fundación Germán Sánchez Ruipérez, 2002.

COLOMER, Tereza. **A formação do leitor literário**. São Paulo: Global, 2003.

CUNHA, Francisco & BRITO, Willian. **Viagem ao Cretáceo**. Recife: Bagaço, 1997.

ECO, Umberto. **Seis passeios pelo bosque da ficção**. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

FRENCH, Jackie. **Meu bicho de estimação é um dinossauro**. São Paulo: Fundamento [edição original de 2003], 2007.

HUNT, Peter. **Crítica, teoria e literatura infantil**. São Paulo: Cosac Naify, 2010.

LLUCH, Gemma. **Análisis de narrativas infantiles y juveniles**. Cuenca: Universidad de Castilla La Mancha, 2003

NIKOLAJEVA, Maria e SCOTT, Carole. **Livro ilustrado: palavras e imagens**. São Paulo: Cosac Naify, 2011.

ORAM, Hiawyn. **Quero um dinossáurio**. Lisboa: Caminho [edição original de 1990], 2005.

SOUZA, Glória Pimentel Correia Botelho de. **A literatura infantojuvenil brasileira vai muito bem, obrigada!** São Paulo: Difusão Cultural do Livro, 2006.

STILTON, Geronimo. **O vale dos esqueletos gigantes**. São Paulo: Planeta Infantil [edição original de 2006], 2013.

THABET, Edith. **Reginaldo Tiranossauro**. 1ª ed., São Paulo: Ática [edição original de 1992], 1993.

TORRENS, Hugh Simon. Quando o dinossauro foi batizado? **Cadernos IG** [Unicamp], Campinas, **3(1)**: p.119-125. 1993.

VAN DER LINDEN, Sophie. **Para ler o livro ilustrado**. São Paulo: Cosac Naify, 2011.

VILELA, Fernando. **Dino e Saura**. São Paulo: Brinque Book, 2017.

SOBRE O ORGANIZADOR

LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA - Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. Doutor em Geografia (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com período sanduíche na Universidade de Cabo Verde - Uni-CV. É Licenciado (2012) e Mestre (2014) em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Foi bolsista de Iniciação Científica com o projeto Megageomorfologia e Geomorfologia Costeira do Nordeste Setentrional Brasileiro (Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande Norte e Paraíba), com ênfase nos estudos sobre geomorfologia fluvial no sertão de Crateús e áreas adjacentes. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, na modalidade Apoio Técnico (AT). É pesquisador do Laboratório de Geomorfologia da UNIMONTES, atuando principalmente na área da geografia física com ênfase em geomorfologia, mapeamento geomorfológico e análise ambiental em áreas degradadas/desertificadas.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem de Ensino 2

África 31, 107

B

Bacia Bauru 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Baía 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 59, 64, 78, 81, 84

Biogênicos Recentes 47

Biologia 3, 4, 47, 79, 81

Braquiossauro 30, 31, 32

C

Caminhada do Braquiossauro 30

Centro-Norte Piauiense 17

D

Dinossauros 10, 31, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108

Diplodon arrudai 38, 39, 42, 43, 44, 45

E

Ensino Patrimonial 15

F

Fauna Carbonífera 15

Fitólitos 61, 62, 63, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 76, 77, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100

G

Geologia 1, 4, 26, 27, 61, 80, 82, 86, 92, 98, 101

Goiás 38, 39, 101

Gruta Pau-Ferro 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97

H

Holoceno 62, 63, 73, 75, 76, 77, 83, 97, 99, 100

Homem Americano 17

I

Infantojuvenil 101, 103, 104, 105, 106, 107, 109

Interdisciplinaridade 1, 2, 3

L

Livros Paradidáticos 101

M

Matemática 1, 2, 3, 7, 12

Mato Grosso do Sul 38, 39

Mecanismo para Caminhada 30

N

Nordeste do Brasil 28

O

Obras Literárias 101, 102, 104

Ossos 73, 103

P

Paleoambiente 62

Paleobotânica 4

Paleoinvertebrados 2, 13, 15, 28, 46

Paleontologia 2, 1, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 15, 20, 23, 25, 26, 28, 29, 32, 38, 41, 45, 46, 48, 59, 88, 101, 103

Paleozoologia 2, 4

Patrimônio 13, 15, 16, 17, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 61, 63, 64, 78, 84, 85, 107, 108

Place-based em Geociências 15

Processos Tafonômicos 47, 48, 49, 50, 51, 52, 56

Q

Quaternário 70, 76, 77, 80, 82, 86, 87, 97

R

Reconstituição Paleobiogeoclimática 86, 87, 97, 99, 100

Relações Morfométricas 38

S

Sambaqui 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 83, 84

Saurópodes 31

Serra da Capivara 17, 28

Serra do Espinhaço Meridional 80, 86, 87, 88, 89, 97

T

Taxodontites Paulistanensis 38, 39, 42, 43, 45


Trajectoria Retilínea 32

PALEONTOLOGIA CONTEMPORÂNEA: DIFERENTES TÉCNICAS E ANÁLISES

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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


www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

PALEONTOLOGIA CONTEMPORÂNEA: DIFERENTES TÉCNICAS E ANÁLISES

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020