

# RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 28/05/2026.



**PROGRAMA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOCIÊNCIAS  
E MEIO AMBIENTE**

---

**Sistemática dos moluscos bivalves dulcícolas  
do Cretáceo Inferior do Nordeste Brasileiro e  
suas implicações paleoambientais**

**VICTOR RIBEIRO DA SILVA**

---

Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Campus de Rio Claro

Rio Claro - SP  
2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"Júlio de Mesquita Filho"  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Câmpus de Rio Claro

VICTOR RIBEIRO DA SILVA

**SISTEMÁTICA DOS MOLUSCOS BIVALVES DULCÍCOLAS DO  
CRETÁCIO INFERIOR DO NORDESTE BRASILEIRO E SUAS  
IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS**

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geociências e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Marcello  
Guimarães Simões

Rio Claro – SP

2024

S586s Silva, Victor Ribeiro da  
Sistemática dos moluscos bivalves dulcícolas do Cretáceo  
Inferior do Nordeste Brasileiro e suas implicações  
paleoambientais / Victor Ribeiro da Silva. -- Rio Claro, 2024  
242 f. : il., tabs., fotos, mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro  
Orientador: Marcelo Guimarães Simões

1. paleontologia. 2. bivalves. 3. paleobiogeografia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da  
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas,  
Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

## **Impacto potencial desta pesquisa**

A presente tese de doutoramento aborda temas relacionados à sistemática e interpretações paleoambientais de novas assembleias de moluscos bivalves analisadas nas formações Crato e Romualdo, Bacia do Araripe. Além disso, apresenta um resgate histórico aliado a inéditas descrições formais e atualizadas das malacofaunas dulcícolas das formações Marizal, Salvador e Itapecuru, bacias Tucano, Recôncavo e Parnaíba, respectivamente, a partir de investigações realizadas em diferentes coleções, a saber, a coleção de moluscos bentônicos do Natural History Museum of the United Kingdom (NHMUK), a coleção de moluscos fósseis do Museu de Ciências da Terra do Rio de Janeiro (MCTer), a coleção de macrofósseis do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IGEO-UFRJ) e o que restou da coleção de espécimes-tipo de White (1887), vitimadas pelo incêndio do Museu Nacional do Brasil (MNB) em 2018, uma trágica ocorrência para a história da ciência brasileira e que, mais uma vez, aponta flagrantemente para a falta de compromisso para com uma política de memória e de respeito ao trabalho científico, algo muito característico de um país de capitalismo dependente e que recrudescer cada vez mais, se manifestando na forma de vendilhões e incompetentes assumindo posições de destaque em governos que, por sua vez, ou chocam ovos de serpente, ou são eles próprios as serpentes que eclodem.

Tendo isso em vista, o resultado final de quatro anos de trabalho aqui apresentado, em consonância com toda a assim chamada “pesquisa de base”, possui implicações teórico-científicas, contribuindo para a expansão e renovação do saber paleontológico, não almejando assim impactos econômicos e apenas tangenciando possibilidades de impactos sociais

Dentre os impactos científicos destaca-se a identificação e interpretação de uma nova assembleia de moluscos bivalves na Formação Crato, Aptiano, além da detecção de uma fauna dulcícola no topo da Formação Romualdo, o que amplia grandemente a distribuição temporal da malacofauna previamente encontrada apenas na Camada Caldas da Formação Crato. Outrossim, a descrição das malacofaunas cretáceas da Bahia (formações Salvador e Marizal) e do Maranhão (Formação Itapecuru), com base em coleções científicas constituídas, em alguns casos, há mais de um século, constituem um resgate

histórico de ampla relevância para pesquisadores interessados em paleontologia de invertebrados no Brasil. Cabe salientar ainda que do ponto de vista científico, a pesquisa com moluscos bivalves de águas doces do Cretáceo é relevante pois esse grupo de invertebrados (Unionida) está ameaçado em vários habitats continentais do Recente e o conhecimento de sua ecologia é ainda deficiente, o que dificulta as estratégias de conservação. Neste sentido, o registro fóssil pode auxiliar a melhorar nossa compreensão da evolução, dispersão e distribuição paleogeográfica, permitindo ainda a calibragem confiável da origem de diversos grupos dulcícolas, com base em dados moleculares (i.e., relógio molecular). Além disso, as informações ambientais acessíveis a partir de bivalves fósseis em assembleias autóctones e/ou parautóctones e suas associações de fácies fornecem pistas sobre os substratos originais ocupados pelos Unionida e outras formas de bivalves de águas doces e podem, em última instância, fornecer dados à conservação de sua diversidade.

Dentre os possíveis impactos de cunho social, o presente estudo pode auxiliar na criação de políticas públicas para a conservação de afloramentos e na criação de geoparques, com o intuito de promover a cultura regional e nacional sobre história geológica e paleontológica do Brasil.

## **Potential impact of this research**

The present doctorate thesis approaches themes related to the systematics and paleoenvironmental interpretation of new assemblages of bivalve mollusks within the Crato and Romualdo formations, Araripe Basin. In addition, it presents a historical review, along with unprecedented formal and updated descriptions of the freshwater mollusk faunas from the Marizal, Salvador and Itapecuru formations, Tucano, Recôncavo and Parnaíba basins, respectively, based on investigations conducted in different collections, i.e., the benthic mollusk collection from the Natural History Museum of the United Kingdom (NHMUK), the fossil mollusk collection of the Museum of Earth Sciences of Rio de Janeiro (MCTer), the Macrofossil Collection of the Institute of Geosciences in the Federal University of Rio de Janeiro (IGEO-UFRJ) and the type-specimens collection of White (1887), heavily affected by the 2018 fire in the National Museum of Brazil (MNB), a tragic event for the history of Brazilian science and that, once more, blatantly points to lack of commitment to a policy of memory and respect for scientific efforts, something very characteristic of a country with a dependent capitalism and that gradually recrudesces, manifesting itself in the shape of incompetents and sell-outs that end up occupying important positions within governments that, in turn, either incubate snake eggs, or are themselves the snakes that hatch.

Bearing in that in mind, the herein presented result of a four-year work, like all the so-called “blue sky research”, has theoretical-scientific implications, contributing to the expansion and renovation of paleontological knowledge, therefore not aiming any economic impacts, and only tangentially implicating in possible social impacts.

Among the scientific impacts, the identification and interpretation of a new bivalve mollusk assemblage within the Aptian Crato Formation is highlighted, along with the detection of a freshwater fauna in the top of Romualdo Formation, which greatly widens the temporal distribution of the mollusk fauna previously found only within the Caldas Bed, Crato Formation. Likewise, the description of the cretaceous mollusk faunas from Bahia (Salvador and Marizal formations) and Maranhão (Itapecuru Formation), based on scientific collections carried out, in some cases, more than a century ago, constitute a historical review that might be

of great relevance to researchers interested in Brazilian invertebrate paleontology. It also should be stressed that, from a scientific point of view, the research concerning Cretaceous freshwater bivalves is of great relevance since this invertebrate group (Unionida) is threatened in several continental habitats in Recent times and knowledge of its ecology is still faulty, which hampers conservation strategies. In that sense, the fossil record might aid to enhance our comprehension of evolution, dispersion and paleogeographic distribution, also allowing a reliable calibration of the origins of several freshwater groups, based on molecular data (i.e., molecular clock). In addition, the available environmental information from fossil bivalves in autochthonous and/or parautochthonous assemblages and their facies associations provide leads on the original substrates occupied by the Unionida and other forms of freshwater bivalves and may, ultimately, provide data to the conservation of their diversity.

Among the possible social impacts, the present study may aid in the creation of public policies for the conservation of outcrops and in the creations of geoparks, with the intention of promoting regional and national culture about the geological and paleontological history of Brazil.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"Júlio de Mesquita Filho"  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Câmpus de Rio Claro

VICTOR RIBEIRO DA SILVA

SISTEMÁTICA DOS MOLUSCOS BIVALVES DULCÍCOLAS DO  
CRETÁCIO INFERIOR DO NORDESTE BRASILEIRO E SUAS  
IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS

Tese de Doutorado apresentada  
ao Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas do Câmpus de Rio  
Claro, da Universidade Estadual  
Paulista "Júlio de Mesquita Filho",  
como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Doutor em  
Geociências e Meio Ambiente.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. MARCELLO GUIMARÃES SIMÕES  
IB/UNESP/Botucatu (SP)

Profa. Dra. SUZANA APARECIDA MATOS DA SILVA  
UFU/Monte Carmelo (MG)

Prof. Dr. ISMAR DE SOUZA CARVALHO  
IGEO/UFRJ/Rio de Janeiro (RJ)

Dr. RAFAEL COSTA DA SILVA  
MCTer/CPRM/Rio de Janeiro (RJ)

Prof. Dr. SERGIO AGUSTÍN MARTÍNEZ CHIAPARRA  
Facultad de Ciencias/UDELAR/Montevidéu - Uruguai

Conceito: Aprovado.

Rio Claro (SP), 28 de maio de 2024.

## DEDICATÓRIA

À Epa Kuxipá, Yube Shanu, Tete Pawã e todos os Yuxibu.

Aos meus amigos e irmãos Daniel Fernandes, Estêvão Barros Chaves e Paulo Henrique de Vasconcelos, pela longeva amizade, cumplicidade e mútua confiança que fizeram com que se tornassem uma verdadeira família e pilar de suporte para o autor.

Aos camaradas da Reconstrução Revolucionária do Partido Comunista Brasileiro, os quais me acolheram nas fileiras da organização e demonstraram que não estou sozinho na batalha contra o jugo nefasto do capitalismo tardio — algo fundamental para se manter são em uma realidade que constantemente testa nossa resiliência revolucionária.

Ao Pajé Txana Mashã Huni Kuin, que me recebeu em sua casa e sua aldeia, e muito me ensinou e ensina através dos conhecimentos ancestrais do Nixi Pae, uma medicina que clareia meu caminho e meus pensamentos e me mostrou que o conhecimento acadêmico não é a única forma de saber nesta Terra.

Aos amigos que fiz na Aldeia Mati Txana Mukaya e no Clube do Haux.

À Karl Marx e Friedrich Engels que, através da ciência imortal do proletariado — o materialismo histórico e dialético — me ensinaram que a Ciência não é, e nem pode ser, neutra.

Ao povo Palestino que, no momento em que escrevo estas linhas, sofre um genocídio perpetrado pela política fascista do estado ilegítimo de Israel.

## AGRADECIMENTOS

A realização da presente tese só foi possível graças às indispensáveis contribuições de:

Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões, através de sua habilíssima orientação e envolvimento com o projeto;

Membros e ex-membros do Laboratório de Paleozoologia Evolutiva do Instituto de Biociências da UNESP Botucatu, em especial Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzana Aparecida Matos e Dr. Vitor Guerrini;

Todos aqueles que contribuíram na realização dos artigos produzidos durante o desenvolvimento da pesquisa, isto é, Profs. Drs. Filipe Varejão, Lucas Warren, Mário Assine, Franz Fürsich e Mestra Mariza Rodrigues;

Dr. Simon Schneider pela enorme ajuda proporcionada através de sua *expertise* sem par no que se refere a bivalves do Mesozoico;

Dr. Rafael Costa, curador da coleção do Museu de Ciências da Terra do Rio de Janeiro (MCTer), que, de bom grado, recebeu-me de portas abertas e possibilitou a produção aqui apresentada acerca da malacofauna cretácea do estado da Bahia, bem como Dr.<sup>a</sup> Katie Collins, curadora da coleção de moluscos bentônicos do Museu de História Natural do Reino Unido (NHMUK), que foi extremamente solícita durante nossas trocas de *e-mails*, fornecendo imagens de alta qualidade das amostras de interesse;

Prof. Dr. Ismar Carvalho, que disponibilizou para visita a Coleção de Macrofósseis do Instituto de Geociência da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IGEO-UFRJ), sob solícita supervisão da museóloga Penélope Bosio;

Prof. Dr. Sandro Scheffler que também prontamente se dispôs a me receber no que restou do Museu Nacional, fornecendo acesso à lendária coleção de bivalves fósseis descrita por White (1887) e viabilizando boa parte dos resultados aqui apresentados;

Processo nº 2020/15609-4, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP);

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;

Finalmente, apoio financeiro foi também fornecido pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; 304800/2017-1) e Petrobras/SIGITEC (2014/00519-9).

A síntese disso é que a sociabilidade do desempenho que o produtivismo acadêmico põe como ordem do dia é subjetivada e transforma-se na própria forma de ser de todos e todas que vivem o ambiente acadêmico e esse modo de relação intersubjetiva leva à exaustão por produtividade, e o pior, por vontade própria, afinal, todos precisam produzir para se inserirem na sociedade e serem por ela reconhecidos. (...). O ambiente de pressão constante, onde tudo o que é feito é medido, quantificado e registrado e será usado futuramente para fins avaliativos, conduzem à ansiedade, às doenças e às tensões.

HERIBALDO MAIA, 2022

(...) Nós, a humanidade, vamos viver em ambientes artificiais produzidos pelas mesmas corporações que devoram florestas, montanhas e rios. Eles inventam kits superinteressantes para nos manter nesse local, alienados de tudo, e se possível tomando muito remédio. Porque, afinal, é preciso fazer alguma coisa com o que sobra do lixo que produzem, e eles vão fazer remédio e um monte de parafernalias para nos entreter.

AILTON KRENAK, 2019

## RESUMO

Moluscos bivalves do Cretáceo brasileiro foram, em geral, amplamente estudados desde a segunda metade do século XIX. No entanto, ainda que essa assertiva seja verdadeira para os bivalves das bacias sedimentares de Sergipe e do Paraná, o mesmo não pode ser dito a respeito de outras bacias do nordeste do Brasil. Outrossim, quando em comparação com outras localidades sul-americanas, como a Argentina, existem lacunas notavelmente grandes no conhecimento acerca dos registros paleontológico e geológico de moluscos do Cretáceo brasileiro, bem como de outros grupos de invertebrados bentônicos. Aliado a isso, também chama a atenção a quase completa ausência de referências que tratam dos bivalves dulcícolas deste período, grupo notadamente importante como indicador paleoambiental e paleogeográfico. A presente tese se enquadra neste contexto, tendo tido como objetivo (i) contribuir para o avanço do conhecimento taxonômico e da diversidade das assembleias de bivalves dulcícolas do Grupo Santana (Aptiano), Bacia do Araripe, fornecendo assim dados sobre composição faunística e evolução; (ii) definir os processos tafonômicos básicos geradores das assembleias aptianas contendo bivalves dulcícolas, em particular das formações Crato e Romualdo; (iii) aprimorar os conhecimentos básicos sobre paleoecologia, especialmente paleoautoecologia do bivalve *Araripenaia elliptica*, adicionando assim dados valiosos referentes à interpretações paleoambientais; (iv) determinar com precisão as distribuições estratigráfica e geográfica de espécies de bivalves dulcícolas no Grupo Santana, visando refinar biocorrelações intra e interbasinais; (v) examinar e descrever os bivalves de águas doces das formações Salvador, Bacia do Recôncavo, Marizal, Bacia de Tucano e Itapecuru, Bacia do Parnaíba, presentes em coleções científicas no Brasil e no exterior; (vi) integrar os resultados obtidos acerca da malacofauna dulcícola no Cretáceo Inferior do nordeste brasileiro, discutindo seu significado paleontológico e geológico. A hipótese verificada foi a de uma origem predominantemente não-Gondwânica para os moluscos dulcícolas do Cretáceo Inferior do nordeste brasileiro, bem como o possível estabelecimento de uma ligação com faunas Eurásianas. Para esse estudo 1104 espécimes de bivalves das formações Crato e Romualdo foram examinados, além de 329 presentes nas coleções científicas do Museu de Ciências da Terra (MCter), do IGEO/UFRJ, do Museu Nacional e do Natural History Museum of the United Kingdom, Londres, a maior parte aqui descrita e ilustrada pela primeira vez. Os resultados são apresentados na forma de 3 (três) artigos científicos. A presença de gêneros de bivalves atribuídos, anteriormente, a formas viventes (i.e., *Sphaerium*) não foi confirmada. As malacofaunas do Cretáceo Inferior do NE do Brasil são muito distintas daquelas do Cretáceo Superior, especialmente do Grupo Bauru, da Bacia do Paraná, cujas afinidades com famílias e gêneros viventes é mais clara. Os gêneros *Araripenaia*, *Cratonaia* e *Monginellopsis*, anteriormente conhecidos apenas para a Formação Crato, na Bacia do Araripe, foram indubitavelmente registrados em outras bacias sedimentares do NE do Brasil, mostrando sua ampla distribuição geográfica e adaptação a distintos ambientes continentais. Sua vinculação a unidades aptianas/albianas torna-os importantes elementos para biocorrelação. Finalmente, não há clara vinculação entre as malacofaunas estudadas e aquelas coevas do continente africano.

Palavras-chave: Sistemática. Cretáceo. Nordeste Brasil. Paleobiogeografia.  
Mollusca Bivalvia. Gondwana. Unionida. Sphaeriida.

## ABSTRACT

Bivalve mollusks of the Brazilian Cretaceous were, generally, widely studied since the second half of the 19<sup>th</sup> century. However, even if this assertion is true for the bivalves of the Sergipe and Paraná sedimentary basins, the same cannot be said about other basins from northeastern Brazil. Likewise, when compared with other South American localities, such as Argentina, there are remarkably large gaps in the knowledge of the Brazilian Cretaceous paleontological and geological records of mollusks and other co-occurring benthic invertebrate groups. Along with that, an almost complete absence of references concerning freshwater bivalves, a group notably important as paleoenvironmental and paleogeographic indicators, from this period is noticeable. The present thesis fits within this context, aiming to: (i) contribute to the enhancement of knowledge on taxonomy and diversity of the freshwater bivalve assemblages of the Santana Group (Aptian), Araripe Basin, thus improving data on faunal composition and evolution; (ii) establish the basic taphonomic processes responsible for generating the Aptian assemblages which contain freshwater bivalves, particularly those from Crato and Romualdo formations; (iii) improve basic knowledge on the paleoecology, especially paleoautoecology of the bivalve *Araripenaia elliptica*, thus adding valuable data on paleoenvironmental interpretations; (iv) precisely constrain the stratigraphic and geographic distribution of the Aptian freshwater bivalve species in the Santana Group, in order to improve intra- and interbasinal biocorrelations; (v) examine and describe the freshwater bivalves from the Salvador (Recôncavo Basin), Marizal (Tucano Basin) and Itapecuru (Parnaíba Basin) formations, present in scientific collections of Brazil and abroad; (vi) integrate the obtained results on the freshwater mollusks in the Lower Cretaceous of northeastern Brazil, discussing its paleontological and geological significance. The verified hypothesis was that of a predominantly non-Gondwanic origin for the freshwater mollusks of northeastern Brazil Lower Cretaceous, as well as the possible establishment of a connection with Eurasian faunas. For this study, 1104 specimens of bivalves from Crato and Romualdo formations were examined, in addition to 329 specimens present in the scientific collections of the Museum of Earth Sciences (MCTer), of the IGEO/UFRJ, of the National Museum of Brazil and the Natural History Museum of the United Kingdom, London, most of them represented by taxa herein described and illustrated for the first time. The results are presented in the form of 3 (three) scientific articles. The presence of bivalve genera previously attributed to extant taxa (i.e., *Sphaerium*) was not confirmed. The mollusk faunas from the Lower Cretaceous of northeastern Brazil are very distinct of those from the Upper Cretaceous, especially from the Bauru Group, Paraná Basin, whose affinities with extant families and genera is clearer. Genera *Araripenaia*, *Cratonaia* and *Monginellopsis*, previously known only for the Crato Formation, Araripe Basin, were indubitably recorded in other sedimentary basins of NE Brazil, displaying their wide geographic distribution and adaptation to different continental environments. Their linking to Aptian/Albian units makes them important elements for biocorrelation. Finally, there is no clear link between the studied mollusk faunas and those coeval from the African continent.

Keywords: Systematics. Cretaceous. Northeastern Brazil. Paleobiogeography. Mollusca Bivalvia. Gondwana.

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>   | <b>16</b> |
| <b>1.1 CONTEXTO GERAL</b>   | <b>16</b> |
| <b>1.2 PROBLEMÁTICAS ENVOLVIDAS</b>   | <b>17</b> |
| 1.2.1 TAXONOMIA DOS BIVALVES DULCÍCOLAS DE DIFERENTES UNIDADES DO GRUPO SANTANA   | 18        |
| 1.2.2 INTERPRETAÇÃO DE PROCESSOS E PRODUTOS SEDIMENTARES NOS ESTRATOS PORTADORES DE MOLUSCOS  | 21        |
| 1.2.3 PALEOECOLOGIA DOS MOLUSCOS BIVALVES AOS NÍVEIS DE INDIVÍDUO, POPULAÇÃO E (PALEO)COMUNIDADE  | 22        |
| 1.2.4 DISTRIBUIÇÕES VERTICAL E ESPACIAL DOS BIVALVES DULCÍCOLAS EM VÁRIAS UNIDADES SEDIMENTARES E O POTENCIAL USO DESSAS INFORMAÇÕES PARA BIOCORRELAÇÃO | 25        |
| 1.2.5 OS BIVALVES DULCÍCOLAS DO CRETÁCEO DA BAHIA: UM BREVE RESGATE HISTÓRICO   | 26        |
| <b>1.3 HIPÓTESE DE TRABALHO</b>   | <b>34</b> |
| <b>2 OBJETIVOS</b>  | <b>35</b> |
| <b>2.1 OBJETIVOS GERAIS</b>   | <b>35</b> |
| <b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>  | <b>35</b> |
| <b>3 CONTEXTO GEOLÓGICO</b>   | <b>37</b> |
| <b>3.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS DA BACIA DO ARARIPE</b>  | <b>37</b> |
| 3.1.1 FORMAÇÃO CRATO  | 39        |
| 3.1.2. FORMAÇÃO ROMUALDO  | 42        |
| <b>3.2 BREVES CONSIDERAÇÕES ACERCA DOS ASPECTOS GEOLÓGICOS DAS BACIAS DO TUCANO E RECÔNCAVO, COM ÊNFASE NOS ARREDORES DE SALVADOR, BAHIA</b>            | <b>43</b> |
| 3.2.1 CONGLOMERADO MONT SERRAT  | 46        |
| 3.2.2 FORMAÇÃO MARIZAL  | 46        |
| <b>3.3 BREVES CONSIDERAÇÕES ACERCA DA BACIA DO PARNAÍBA</b>   | <b>47</b> |
| 3.3.1 FORMAÇÃO ITAPECURU  | 49        |
| <b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b>  | <b>52</b> |
| <b>4.1 ATIVIDADES DE CAMPO</b>  | <b>52</b> |
| 4.1.1 TRABALHO DE CAMPO NA BACIA DO ARARIPE   | 52        |
| 4.1.2 VISITA TÉCNICA A COLEÇÕES MUSEOLÓGICAS E INSTITUCIONAIS   | 52        |
| <b>4.2 ATIVIDADES DE LABORATÓRIO</b>  | <b>53</b> |
| <b>4.3 ATIVIDADES DE GABINETE</b>   | <b>54</b> |
| 4.3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO  | 54        |
| 4.3.2 ANÁLISES TAFONÔMICA E PALEOAUTOECOLÓGICA  | 55        |
| 4.3.3 INTEGRAÇÃO DE DADOS   | 55        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>5 RESULTADOS E BREVE DISCUSSÃO</b>  | <b>56</b>  |
| <b>5.1 UMA NOVA ASSEMBLEIA CONDENSADA, DOMINADA POR BIVALVES SALOBROS A DULCÍCOLAS, NA FORMAÇÃO CRATO, APTIANO, BACIA DO ARARIPE, NORDESTE BRASILEIRO, E SEUS SIGNIFICADOS PALEOAMBIENTAIS</b> | <b>56</b>  |
| <b>5.2 O EFEITO LÁZARO E O RETRABALHAMENTO DE CONCHAS DE MOLUSCOS EM DEPÓSITOS INFLUENCIADOS POR MARÉS NA FORMAÇÃO ROMUALDO, APTIANO/ALBIANO, BACIA DO ARARIPE, BRASIL</b>                     | <b>57</b>  |
| <b>5.3 MOLUSCOS BIVALVES DOS DEPÓSITOS EOCRETÁDICOS DA BAHIA E MARANHÃO: INSIGHTS ACERCA DA HISTÓRIA NATURAL DE MEXILHÕES DULCÍCOLAS NO NORDESTE BRASILEIRO</b>                                | <b>58</b>  |
| <b>5.4 ASPECTOS TAFONÔMICOS DOS BIVALVES DULCÍCOLAS DA CAMADA CALDAS</b>   | <b>59</b>  |
| <b>5.5 ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS DOS BIVALVES DULCÍCOLAS DA CAMADA CALDAS</b>   | <b>64</b>  |
| <b>5.6 DECIFRANDO OS REGISTROS DE BIVALVES DULCÍCOLAS DA CAMADA CALDAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E INTERPOLAÇÃO DE DADOS</b>  | <b>67</b>  |
| 5.6.1 ANÁLISE MORFOFUNCIONAL (I.E., PALEOAUTOECOLOGIA)   | 67         |
| 5.6.2 PALEOECOLOGIA POPULACIONAL   | 70         |
| 5.6.3 TAFONOMIA  | 72         |
| <b>6 CONCLUSÕES</b>  | <b>78</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>82</b>  |
| <b>APÊNDICE A</b>  | <b>97</b>  |
| <b>APÊNDICE B</b>  | <b>111</b> |
| <b>APÊNDICE C</b>  | <b>158</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto geral

O estudo de bivalves do Cretáceo brasileiro tem uma longa história. As primeiras descrições aparecem nas clássicas obras de Hartt (1870), White (1887) e Maury (1925; 1937), onde espécies do cretáceo inferior do estado da Bahia (HARTT, 1870; WHITE, 1887), e do Cenomaniano-Coniaciano da Bacia do Sergipe (WHITE, 1887; MAURY, 1925; 1937), nordeste brasileiro, foram descritas. Outra principal contribuição inicial para o estudo dos moluscos bivalves foi realizada por Ihering (1913), que descreveu a espécie não-marinha *Itaimbea priscus*, encontrada em rochas do Grupo Bauru, Bacia do Paraná, sudeste brasileiro. Os estudos de Mezzalira (1974), em particular, constituem contribuição clássica para o conhecimento dos moluscos dulcícolas do Cretáceo brasileiro, contendo descrições de espécies das regiões central (Goiás) e sudeste (Minas Gerais, São Paulo). Um compilado de espécies de bivalves cretáceos erigidas até meados dos anos 1990 aparece em Simone e Mezzalira (1994).

No entanto, quando em comparação com outras localidades da América do Sul, tais como Argentina (LAZO, 2003; 2007a; 2007b; LUCI; LAZO, 2014), os registros cretáceos do Brasil são menos estudados. As exceções são os estudos faunísticos de bivalves marinhos em sucessões carbonáticas das formações Riachuelo (Aptiano-Albiano) e Cotinguiba (Cenomaniano-Coniaciano) da Bacia do Sergipe. Estas faunas incluem ostras, pinídeos, pectinídeos, inoceramídeos, bakevellídeos e foladóides (e.g., HESSEL, 1986; 1988; 2004; SEELING, 1999; SEELING; BENGSTON, 1999; 2003a; 2003b; ANDRADE et al., 2004; MELLO et al., 2007; AYOUB-HANNAA et al., 2015), dentre outros grupos de bivalves marinhos.

Por outro lado, apesar dos estudos pioneiros de Beurlen (1963), as publicações disponíveis sobre os bivalves do Grupo Santana (e.g., MABESOONE; TINOCO, 1973; BRUNO; HESSEL, 2006, entre outros), Cretáceo da Bacia do Araripe, são, geralmente, desatualizadas (vide discussão em FÜRSICH et al., 2019) e/ou incompletas (RODRIGUES et al., 2020. 2022; GUERRINI, 2023 são exceções). Isso, portanto, dificulta tentativas de utilização

destes macroinvertebrados bentônicos em biocorrelações e reconstruções paleogeográficas.

O mesmo pode ser dito acerca da malacofauna cretácea encontrada nos estados da Bahia e Maranhão (ALLPORT, 1860; HARTT, 1870; WHITE, 1887; MAWSON; WOODWARD, 1907; MAWSON, 1913; MELO JÚNIOR; OLIVEIRA, 1939; FERREIRA et al., 1995), cuja presença de bivalves dulcícolas foi confirmada durante os mais recentes esforços produzidos no contexto desta pesquisa. Seções dedicadas a este tema serão desenvolvidas em diversas partes do presente documento. Ademais, conforme discutido abaixo, esta pesquisa visou contribuir com o preenchimento de algumas destas lacunas.

### *1.2 Problemáticas envolvidas*

Reconstruções paleoambientais e paleogeográficas dos depósitos sedimentares do Grupo Santana (sensu NEUMANN; ASSINE, 2015) — i.e., formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo — ainda são controversas, especialmente no que se refere ao significado e à quantidade de episódios de inundação marinha durante o Aptiano (ARAI, 2014; 2016; ARAI; ASSINE, 2020; ASSINE et al., 2016; MELO et al., 2020). No entanto, em uma bacia intraplaca com um complexo histórico geológico e conexão restrita a mares abertos, tão importante quanto reconhecer intervalos marinhos, é identificar os intervalos onde condições plenamente dulcícolas prevaleceram. Neste contexto, os bivalves da Formação Crato foram inicialmente interpretados por outros autores (BRUNO; HESSEL, 2006) como sendo pertencentes à gêneros de águas marinhas ou salobras, incluindo *Yoldia* (Yoldiidae), *Malletia* (Malletidae) e *Barbatia* (Arcidae). No entanto, Silva (2019) e Silva et al. (2020a; 2020b) demonstraram que a fauna de moluscos bivalves da Formação Crato contém somente formas dulcícolas.

A relevância desta interpretação taxonômica reside no fato de que estes bivalves são excelentes indicadores paleoambientais, paleogeográficos e paleoecológicos. Porém, a maior parte deste potencial se encontra ainda pouco explorado. Estudos anteriores tiveram como maior foco as questões sistemáticas destes fósseis (SILVA et al., 2020a; 2020b). A presente pesquisa visou aprofundar os conhecimentos já obtidos, bem como lançar mão de análises tafonômicas e paleoecológicas a fim de estabelecer correlações mais robustas

e interpretações detalhadas do significado destas malacofaunas nas formações Crato e Romualdo da Bacia do Araripe. Nas seções seguintes serão explicitadas brevemente as principais questões envolvidas com a pesquisa e, sucedendo-as, os resultados e discussões derivados da condução da mesma durante o período abrangido pela presente tese.

Além disso, acrescentam-se resultados derivados de análises de coleções de moluscos fósseis advindos das formações Marizal (Aptiano, Bacia do Tucano), Salvador (Berriasiano-Barremiano, Bacia do Recôncavo) e Itapecuru (Albiano, Bacia do Parnaíba), consistindo em descrição atualizada dos espécimes analisados que, por sua vez, têm grande relevância paleogeográfica no contexto das bacias sedimentares do nordeste brasileiro e para a história natural dos moluscos dulcícolas na América do Sul.

#### 1.2.1 Taxonomia dos bivalves dulcícolas de diferentes unidades do Grupo Santana

Apesar de conhecidos desde o início da década de 1970, foi só recentemente que a malacofauna da Formação Crato começou a ser descrita e revisada sob uma concepção moderna (SILVA, 2019; SILVA et al., 2020a; 2020b). Ainda assim, apenas as espécies mais comuns e abundantes desta unidade foram descritas e, em observação mais minuciosa das amostras disponíveis, bivalves micromórficos e/ou de pequenas dimensões também foram detectados na Formação Crato, os quais ocorrem em associação com formas já conhecidas e descritas em Silva et al. (2020b). A análise dos referidos bivalves “micromórficos” teve grandes avanços durante a condução da pesquisa, incluindo descrição formal do táxon (*Modiolus?* sp.) e publicação de artigo científico em periódico internacional (SILVA et al., 2024, Apêndice A). Tais esforços forneceram uma compreensão mais refinada da composição faunística de bivalves do Grupo Santana. Esta questão ganhou ainda mais importância no contexto de implicações bioestratigráficas tendo em vista as recentes análises de coleções, que identificaram a presença de uma malacofauna dulcícola nas formações Marizal, Salvador e Itapecuru, conforme poderá ser verificado na seção de Resultados e no Apêndice C do presente documento.

É importante ressaltar ainda que bivalves dulcícolas também foram encontrados no topo da Formação Romualdo, sendo estas as ocorrências mais

juvêns destas espécies no Grupo Santana. Trata-se de assembleias já em avançado estado de análise, com artigo científico já redigido e em vias de submissão, conforme poderá ser visualizado no Apêndice B.

Finalmente, os estudos de Silva (2019) e Silva et al. (2020a; 2020b) sugeriram que as espécies até o momento descritas (i.e., *Araripenaia elliptica*, *Cratonaia novaolindensis* e *Monginellopsis bellaradiata*), denotam os primeiros registros de ?Hyriidae, Silesunionoidea e Trigonioideoidea em depósitos do Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe. Compara es com táxons conhecidos da Europa, Ásia, América do Norte, África e Austrália demonstram que esta fauna não pode ser facilmente correlacionada com outras associa es faunísticas de bivalves dulcícolas do Cretáceo Inferior.

Entretanto, estas novas descobertas sugerem que Silesunionoidea e Trigonioideoidea podem ser táxons mais amplamente distribuídos do que se pensava anteriormente, estendendo-se para os habitats cretáceos de água doce do oeste do Gondwana. A importância disso reside no fato de que, conforme mencionado em Silva et al. (2020a), até a descri o de *C. novaolindensis* para a Forma o Crato, os bivalves dulcícolas do Cretáceo sul-americano eram conhecidos apenas para o Grupo Bauru, Cretáceo Superior, sudeste brasileiro; os grupos Neuquén e Malarg e na Argentina (vide VAN DAMME et al., 2015), e em algumas regiões do estado da Bahia (ALLPORT, 1860; MAWSON, 1913; MELO JÚNIOR; OLIVEIRA, 1939). As espécies de unionóides do Cretáceo Superior brasileiro são relativamente diversas, incluindo membros das famílias Sphaeriidae, Mulleridae, Hyriidae, Sancticarolitidae e, potencialmente, Iridinidae (SIMONE; MEZZALIRA, 1994; VAN DAMME et al., 2015; SILVA et al., 2020a). Para a Argentina, foram descritos membros da família Hyriidae e potencialmente Iridinidae (MANCE IDO; DAMBORENEA, 1984; PARRAS; GRIFFIN, 2013). A fauna de bivalves dulcícolas da Forma o Crato, por sua vez, engloba membros das superfamílias Silesunionoidea (*C. novaolindensis*), Trigonioideoidea (*M. bellaradiata*) e, potencialmente, da família Hyriidae (*A. elliptica*). Logo, apenas um táxon (i.e., Hyriidae) poderia eventualmente estar presente também em outras assembleias fossilíferas do Cretáceo Superior sul-americano. Fora do território brasileiro, Silesunionoidea é um grupo conhecido apenas em estratos triássicos (SKAWINA; DZIK, 2011; VAN DAMME et al., 2015; SILVA et al., 2020a) e, portanto, não nos oferecem pistas acerca da paleobiogeografia cretácea.

Os bivalves dulcícolas do cretáceo australiano englobam quase que exclusivamente a Família Hyriidae (HOCKNULL, 2000; THOMPSON; STILWELL, 2010). No entanto, um gênero trigonioidóide, i.e., *Pledgia*, foi descrito (LUDBROOK, 1985). Ressalta-se, no entanto, que, dada a insuficiência de ilustrações, esta alocação taxonômica foi rejeitada por Sha (2007), muito embora os arranjos musculares tenham sido claramente descritos por Ludbrook (1985). De qualquer maneira, ambos os grupos australianos de bivalves dulcícolas são potencialmente compartilhados pela fauna da Formação Crato, ainda que *Pledgia* e *Monginellopsis* apresentem pouca semelhança entre si, e, provavelmente, não sejam proximamente aparentados (vide SILVA et al., 2020b).

Na África, Hyriidae fósseis e viventes são ausentes (VAN DAMME et al., 2015). No que se refere à Trigonioideoidea, *Monginella flattersensis* do Grupo Djoua (Barremiano-Aptiano) da Argélia, noroeste africano (VAN DAMME et al., 2015) é provavelmente a espécie mais proximamente relacionada com a *Monginellopsis* descrita para a Bacia do Araripe (SILVA et al., 2020b). Mongin (1963; 1968) já havia proposto conexões entre as faunas mesozoicas de unionóides da África e Eurásia. Ainda que a maioria das suas descrições tenham sido revisadas mais tarde, tais conexões se provaram ainda mais substanciais, levando à conclusão de que “comunidades africanas do Eocretáceo são compostas de táxons advindos da Ásia/Eurásia, exceto as endêmicas” (VAN DAMME et al., 2015, p. 187)<sup>1</sup>. Em contrapartida, antes da descoberta de unionóides na Formação Crato, nenhuma relação convincente havia sido encontrada entre as malacofaunas dulcícolas do Mesozóico sul-americano e africano (VAN DAMME et al., 2015), excetuando-se algumas obscuras referências do final do século XIX e início do século XX acerca da presença de faunas semelhantes no estado da Bahia (e.g., ALLPORT, 1860; MAWSON, 1913; MELO JÚNIOR; OLIVEIRA, 1939, mais detalhes adiante).

As distintas relações Afro-Eurasianas são principalmente baseadas na co-ocorrência de Trigonioideoidea. Até a década de 1990, acreditava-se que os Trigonioideoidea eram restritos ao Jurássico Médio, em depósitos lacustres e fluviais do Cretáceo do leste asiático e Ásia Central, onde eram amplamente distribuídos pela China, Mongólia, Sibéria, Coréia, Japão e sudeste asiático

---

<sup>1</sup> Tradução livre do original: “(...) african communities of early Cretaceous are composed of Asian/Eurasian taxa, except endemic ones.”

(SHA, 1990; 1993; 2007; 2010; TUMPEESUWAN et al., 2010). Entretanto, atualmente também existem registros de Trigonioideoidea na Europa, em depósitos Berriasianos-Valanginianos da Alemanha (FISCHER, 1992), estratos Barremianos da Inglaterra (BARKER; MUNT, 1993; BARKER et al., 1997) e depósitos do Jurássico Superior-Albiano na Espanha (DELVENE; MUNT, 2010; DELVENE et al., 2011; 2013). Aliado a isso, bivalves trigonoidóides também são conhecidos para depósitos do Jurássico Médio-Cretáceo Superior do norte africano (VAN DAMME et al., 2015) e, conforme explicitado anteriormente, possivelmente em estratos do Cretáceo Superior australiano (LUDBROOK, 1985).

O único registro conhecido para a América do Norte (REESIDE, 1957) não apresenta cicatrizes musculares preservadas e, portanto, foi rejeitado por Sha (2007). Logo, a recente descoberta de trigonoidóides putativos na América do Sul (SILVA et al., 2020a; 2020b) agora acrescenta outro continente para sua distribuição e sugere uma relação mais próxima entre as faunas dulcícolas da Gondwana e Laurásia do que se supunha anteriormente. Em comparação com outros continentes, o registro mesozoico de bivalves dulcícolas asiáticos é extremamente rico. No entanto, os bivalves encontrados na África (VAN DAMME et al., 2015) e América do Sul (SILVA et al., 2020a; 2020b) colocam dúvidas na teoria amplamente aceita de que teria ocorrido uma dispersão simples fora do continente asiático a partir dos seus principais clados.

### 1.2.2 Interpretação de processos e produtos sedimentares nos estratos portadores de moluscos

Através da utilização de análises tafonômicas como ferramentas, a presente pesquisa visou avaliar condições relacionadas à formação dos intervalos ricos em moluscos da Formação Crato, em particular a denominada Camada Caldas, uma camada-guia localizada imediatamente acima dos calcários laminados ricamente fossilíferos da Formação Crato (VAREJÃO et al., 2021a).

De fato, quaisquer reconstruções paleoambientais e/ou paleoecológicas requerem uma abordagem tafonômica de alta resolução (HOLZ; SIMÕES, 2002; 2005). Isso é necessário pois tal abordagem pode auxiliar a esclarecer (i) informações potencialmente valiosas acerca do paleoambiente e dos ambientes

sedimentares envolvidos na morte dos organismos que originaram os fósseis, individualmente, e (ii) a extensão da mistura temporal em cada assembleia fóssil. Análises de alta resolução podem nos permitir recuperar informações contidas no registro das assembleias ricas em bivalves, com particular atenção a “armadilhas”, como a própria mistura temporal. Dito isso, o primeiro passo nas análises tafonômicas é determinar os processos sedimentares envolvidos na gênese das assembleias fossilíferas. O segundo passo é determinar as resoluções espaciais e temporais dos fósseis de bivalves dulcícolas nas assembleias estudadas.

Baseado nos comentários acima, uma das principais questões a serem respondidas é o grau de autoctonia de cada assembleia fóssil individualmente. Em outras palavras, o objetivo é determinar se os bivalves morreram e foram preservados no seu habitat (i.e., *in situ*), ou se foram transportados e/ou retrabalhados (i.e., *ex situ*). A relevância deste tipo de análise reside no reconhecimento de uma possível mistura temporal, prevenindo contra interpretações paleoambientais errôneas. Uma breve discussão acerca dos resultados destas análises se encontra na seção 5.6.3 do presente documento.

Experiência anterior com os bivalves da Formação Crato reforçam a necessidade de uma abordagem integrada — sedimentológica, estratigráfica, tafonômica e paleoecológica — visto que muito dos esforços passados de pesquisa tiveram como principal foco a descrição taxonômica formal dos táxons de bivalves. Aparentemente, três assembleias fósseis distintas podem ser reconhecidas para a Formação Crato. A primeira é monotípica e monoespecífica, composta por *A. elliptica* (SILVA et al., 2020b), a segunda inclui outros táxons e morfotipos (vide SILVA, 2019; SILVA et al., 2020a; 2020b), e a terceira consiste em uma assembleia onde predomina *Modiolus?* sp. (SILVA et al., 2024).

### 1.2.3 Paleoecologia dos moluscos bivalves aos níveis de indivíduo, população e (paleo)comunidade

Infelizmente, quando em comparação com bivalves marinhos, os quais tem sua morfologia funcional (i.e., autoecologia) muito bem conhecida através dos estudos de Stanley (1970; 1972; 1981), Seilacher (1985) e Savazzi (1987), entre vários outros, esta questão é ainda pouco explorada na paleobiologia de bivalves dulcícolas, especialmente formas fósseis. Até o momento, os grupos de

bivalves Silesunionoidea, Trigonioideoidea e ?Hyriidae já foram reportados para a Formação Crato (SILVA et al., 2020a; 2020b), e são membros da ordem Unionida, cujos representantes viventes ocupam vários nichos em rios, lagos e lagunas de água doce.

Hornbach et al. (2010), quando estudando bivalves dulcícolas recentes do rio St. Croix (Minnesota e Wisconsin, EUA), traçaram relações entre o formato da concha e o nicho que um determinado bivalve “prefere” dentro do contexto de um ambiente fluvial. Os autores notaram que existe uma alta plasticidade morfológica intraespecífica entre bivalves dulcícolas, que, por sua vez, acabam por apresentar uma morfologia que varia de acordo com o nicho ocupado. Por outro lado, Dillon (2000), focando em ocorrências lacustres, observou que unionóides tendem a habitar os lugares mais próximos possíveis da Interface Água-Sedimento (IAS), ao fundo dos lagos. Tal preferência é, possivelmente, uma resposta a condições ambientais tais como luz, temperatura, disponibilidade de alimentos e intensidade do fluxo de água. Anderson (2014), por sua vez, ao analisar bivalves unionóides ultra-alongados (i.e., razão comprimento/altura > 3.0), notou que eles se assemelham bastante a algumas formas marinhas alongadas, o que pode sugerir uma interpretação da evolução que se mova de “seleção natural produzindo uma solução ótima para determinadas condições ambientais” para “algumas condições ambientais limitam a variação morfológica, fazendo com que uma determinada morfologia seja inevitável”<sup>2</sup> (ANDERSON, 2014; THOMAS, 1978; 1988; WAKE, 1999; BRAKEFIELD; ROSKAM, 2006; MCGHEE, 2011; LOSOS, 2011). Aliado a isso, bivalves com essa morfologia também têm o comportamento de enterrar-se verticalmente no substrato, algo pouco usual em bivalves dulcícolas.

A importância desses dados reside no fato de que o formato, espessura e outros atributos morfológicos da concha podem fornecer informações relevantes acerca do ambiente físico ocupado por estes bivalves, especialmente no que se refere a níveis de energia, tipo de substrato e taxa de sedimentação. A presente pesquisa visou explorar estas questões no contexto da fauna de moluscos

---

<sup>2</sup> Tradução livre do original: “(...) natural selection producing an optimal solution for certain environmental conditions”; “(...) certain environmental conditions that limits the morphological variation, so that a certain shape is inevitable.”

bivalves da Camada Caldas, Formação Crato, Bacia do Araripe. Resultados concernindo tais indagações serão apresentados na seção 5.4 deste documento.

Tendo em mãos os dados tafonômicos, sedimentológicos, estratigráficos e paleoecológicos das ocorrências de bivalves dulcícolas no Grupo Santana, é possível realizar um nível complexo de análise paleoambiental, isto é, uma que leve em consideração as associações fossilíferas como um todo. Esta abordagem, que pode fornecer dados-chave para as interpretações do registro, bem como discussões, poderão também ser visitadas na seção 5.4 do presente documento.

Dados anteriores sugerem que ao menos duas associações paleoecológicas ocorrem na Formação Crato, no que se refere a bivalves dulcícolas, ambas no mesmo nível estratigráfico, mas em localidades distintas. A primeira destas associações é monotípica e monoespecífica, usualmente formada exclusivamente por indivíduos da espécie *A. elliptica*. A segunda associação fossilífera é mais diversa, contendo, além de *A. elliptica*, também *C. novaolindensis*, *M. bellaradiata*, bem como *Modiolus?* sp., e vários gastrópodes. A ocorrência dessa associação diversa era conhecida, até pouco tempo atrás, em uma única localidade — i.e., Pedreira Três Irmãos, município de Nova Olinda, Ceará — embora as fácies sedimentares sejam as mesmas daquelas observadas nas associações monoespecíficas.

A variação de diversidade e abundância entre as diferentes localidades é algo intrigante, e a explicação desse fenômeno ecológico é algo fundamental para uma reconstrução paleoambiental destes importantes intervalos. A presente pesquisa visou fornecer contribuições para possíveis respostas relacionadas a esta questão, e uma discussão poderá ser acessada em seções subsequentes da presente tese. Além disso, da mesma forma, foi descrita uma nova assembleia de bivalves recentemente descoberta na Seção Sobradinho, também na Formação Crato, mas aproximadamente 15 metros acima da já descrita Camada Caldas (VAREJÃO et al., 2021a), a camada portadora de bivalves que compõem as duas assembleias supracitadas, estendendo verticalmente/temporalmente a distribuição destes animais, além de representar uma segunda localidade, em adição àquela observada na Camada Caldas. Detalhes e implicações dessa descoberta poderão ser acessados em artigo científico já publicado (SILVA et al., 2024; Apêndice A). Similarmente, descobriu-

se que táxons originalmente descritos para a Formação Crato também se encontram presentes nas formações Marizal e Itapecuru, o que estende lateralmente a distribuição destes moluscos bivalves, complementando assim o dado supracitado, referente à extensão temporal desta fauna.

#### 1.2.4 Distribuições vertical e espacial dos bivalves dulcícolas em várias unidades sedimentares e o potencial uso dessas informações para biocorrelação

O conhecimento acerca da distribuição vertical dos bivalves dulcícolas do Grupo Santana, bem como de outras unidades aptianas, está repleto de lacunas, embora haja dados disponíveis, especificamente, para a Formação Crato, conforme visto em Varejão (2019) e Silva (2019). Quando combinadas com o conhecimento das composições faunísticas das assembleias de bivalves dulcícolas, estas lacunas dificultam nossas possibilidades de estabelecer com precisão a distribuição vertical das espécies e suas possíveis biocorrelações.

De fato, dados disponíveis (VAREJÃO, 2019; SILVA, 2019; SILVA et al., 2020a; 2020b) sugerem, em um primeiro momento, que bivalves dulcícolas do Grupo Santana estão restritos à Formação Crato. Na verdade, até recentemente, as principais ocorrências estavam restritas à uma camada de lamitos de ~30 a 130 cm de espessura, cinzenta e intensamente bioturbada (VAREJÃO, 2021a). Esta camada forma a parte basal de uma sucessão predominantemente siliciclástica, situada imediatamente acima dos célebres calcários laminados ricamente fossilíferos da Formação Crato (MARTILL et al., 2007a; RIBEIRO et al., 2021). Até aqui, esta camada-guia foi reportada em quatro diferentes localidades na borda leste da Bacia do Araripe (VAREJÃO et al., 2021a).

Os dados disponíveis em Varejão (2019) e Silva (2019) parecem sugerir, inicialmente, que a presença de bivalves dulcícolas era efêmera durante a deposição da Formação Crato, e altamente dependente de fácies sedimentares particulares (i.e., lamitos cinzentos bioturbados). É realmente curioso que conchas de bivalves e gastrópodes ainda não tenham sido encontradas nos calcários laminados da Formação Crato. Aparentemente, estes organismos ocuparam ambientes de água doce, onde sedimentação siliciclástica predominava. No entanto, ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, novas ocorrências de bivalves dulcícolas dentro das formações Crato e Romualdo foram encontradas. Estas novas ocorrências demonstram que bivalves

dulcícolas são mais amplamente distribuídos, vertical e espacialmente no Grupo Santana do que se acreditava anteriormente (SILVA et al., 2024, Apêndices B e C).

#### 1.2.5 Os bivalves dulcícolas do Cretáceo da Bahia: Um breve resgate histórico

A primeira menção de uma fauna de moluscos fósseis no estado da Bahia é de Allport (1860). De acordo com ele, a colina onde se encontra o forte Monte Serrat<sup>3</sup> (sic) possuía um desfiladeiro rochoso que apresentava intercalações de conglomerado, arenito e um folhelho arenoso fossilífero (Fig. 1).



Figura 1. A. Conglomerados aflorando na colina onde está situado o Forte Monte Serrat, Salvador (BA). B. Detalhe dos conglomerados. C. Intercalação de conglomerados com arenitos/lamitos. A imagem original não possui escala. Fonte: Modificado de Magalhães, 2020

Neste folhelho, próximo à base do desfiladeiro, foram encontrados, à época, escamas de peixes, dentes e ossos de sáurios (sic), juntamente com

---

<sup>3</sup> Trata-se de uma fortaleza construída em Salvador (BA) em 1742, atualmente situada na rua da Boa Viagem.

alguns moluscos e Entomostraca (sic). Dentre os moluscos, Allport (1860) relata a presença de gastrópodes e um bivalve - nenhum deles figurados no manuscrito - e classifica o bivalve como pertencente ao gênero *Unio*.

É somente após uma década que novas ocorrências foram relatadas por Hartt (1870), desta vez ao sul da localidade de Pedra Furada (sic), cuja localização precisa não foi informada. Em mapa presente no artigo de Mawson e Woodward (1907), contendo localidades fossilíferas do Cretáceo da Bahia, é possível visualizar uma localização então conhecida como “Pedra Furada” (Fig. 2), possivelmente a mesma referida por Hartt (1870).

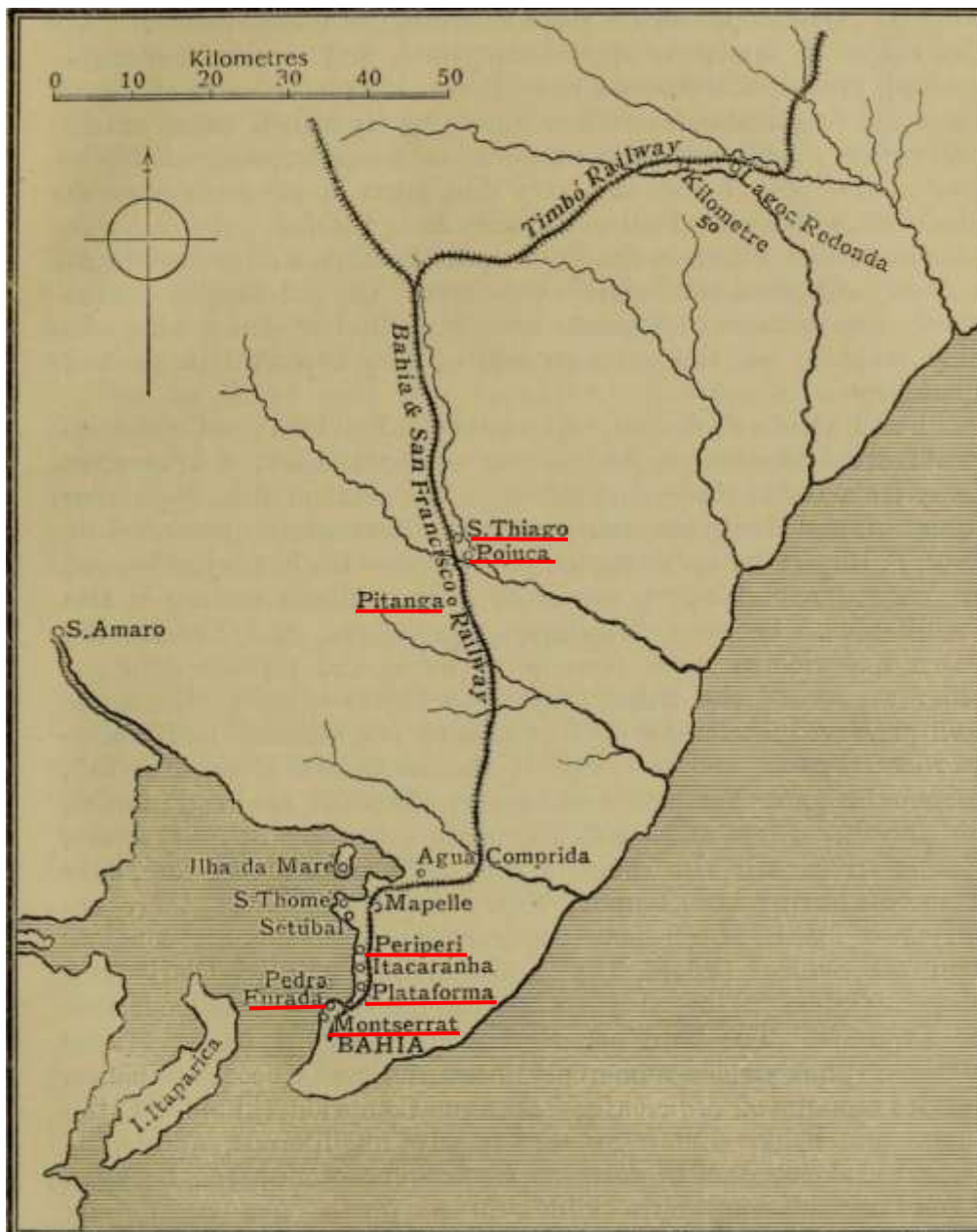


Figura 2. Mapa com localidades fossilíferas do cretáceo da Bahia em relação à Estrada de Ferro da Bahia ao São Francisco (EFBSF). As localidades de Montserrat, Pedra Furada, Plataforma, Periperi, Pitanga, Pojuca e S. Thiago se encontram destacadas. Atualmente, as quatro primeiras se tratam de regiões do município de Salvador (BA), sendo Periperi um túnel da EFBSF; Pitanga, por sua vez, é uma estação de trem, atualmente desativada e situada no município de Mata de São João (BA), enquanto as duas últimas localidades estão situadas, atualmente, no município de Pojuca (BA). Fonte: Modificado de Mawson e Woodward (1907)

Ainda de acordo com Hartt (1870), haveria, nesta localidade, um calcário claro e argiloso, de textura fina, onde ocorrem numerosas conchas de gastrópodes e de bivalves atribuídos à época ao gênero *Unio* (além de dentes e ossos de répteis e escamas e ossos de peixes do gênero *Lepidotus*). No mesmo artigo, Hartt (1870) fornece, pela primeira vez, uma descrição da espécie de

bivalve encontrada por Allport (1860) em Mont Serrat (sic), nomeando-o como *Unio (Anodon?) Totium-Sanctorum* (sic), em referência à Baía de Todos os Santos.

A cerca de meia milha da localidade de Plataforma, cuja localização também não é especificada pelo autor, Hartt (1870) cita, ainda, a presença de mais um afloramento contendo fósseis de vertebrados (peixes, répteis e crocodilomorfos), além da presença muito abundante de um pequeno gastrópode e raras conchas de bivalves “unio-like” (sic) (HARTT, 1870). A provável localidade de Plataforma também se encontra figurada no mapa de Mawson e Woodward (1907) (Fig. 2).

Posteriormente, quem irá tratar desses fósseis é White (1887), conforme citação direta a seguir:

Os fósseis moluscos aparecem em leitos calcáreos no xisto de Mont Serrat, promontório dos arrabaldes da cidade da Bahia [Salvador], e no corte de São Thiago, perto da estação de Pojuca, a 85 quilômetros da cidade da Bahia pela estrada de ferro [as duas localidades citadas, bem como a própria ferrovia, podem ser verificadas no mapa apresentado na Fig. 2]. Nesta última localidade foram feitas importantes coleções pelo Sr. Joseph Mawson, antigo superintendente da estrada de ferro da Bahia. Todos os outros fósseis descritos nestas memórias, exceto os do Rio Piabas, foram colecionados pela Comissão Geológica dirigida pelo Prof. Charles Frederick Hartt. A geologia geral da região da Bahia é descrita na obra já citada do Prof. Hartt. [Hartt, 1870] (...). Os fósseis descritos nestas memórias representam uma fauna que oferece certas diferenças notáveis de qualquer das faunas cretáceas descobertas em outras partes do mundo. Além disso, quanto a seus tipos moluscos, esta fauna brasileira parece ter relações mais íntimas com a fauna cretácea da Índia Meridional do que com qualquer outra até hoje estudada. A fauna imediatamente semelhante é talvez a da formação Gosau, na Áustria. (WHITE, 1887, p. 14, ortografia atualizada para o português moderno)

#### Ainda sobre a malacofauna fossilífera da Bahia:

A pequena coleção de moluscos d’água doce do grupo da Bahia, que o Professor Hartt referiu ao Cretáceo inferior, é muito interessante, não só porque representa uma fauna de moluscos peculiar ao período cretáceo, como também porque as espécies **pertencem a tipos modernos**. É exato que referi duas destas espécies ao gênero *Lioplacodes* Meek, gênero esse considerado extinto; é difícil, porém, dizer em que ele difere do gênero vivo *Lioplax* Troschel, especialmente nada se sabendo quanto ao opérculo do primeiro. Em todo caso esta fauna cretácea d’água doce, cujas espécies conhecidas são todas figuradas na estampa XXVI [Fig. 3], **é de aspecto muito moderno**. Ela confirma um fato a que me tenho referido muitas vezes em meus escritos sobre a paleontologia norte-americana, e é que, em muitos casos, os tipos vivos dos moluscos d’água doce chegaram-nos quase sem mudança de remotos períodos geológicos. (...) Os fósseis destas coleções, especialmente os conchíferos e gastrópodes, estão na maior parte muito imperfeitamente conservados. O seu estudo crítico foi por

isso extremamente difícil, conservando ainda os resultados apresentados muitos pontos de incerteza. Por exemplo, há um grande número de espécies que são representadas por exemplares consistindo simplesmente em impressões naturais, e que, em regra geral, não mostram os caracteres essenciais dos gêneros a que são respectivamente referidos. Em tais casos, dando nomes genéricos às respectivas espécies, fui obrigado a basear-me na forma exterior e outras feições externas, que, como se sabe, estão ordinariamente ligadas a certos caracteres genéricos essenciais da charneira e impressões musculares dos conchíferos, e da abertura e feições internas dos gastrópodes e cefalópodes. (WHITE, 1887, p. 18, grifos meus, ortografia atualizada para o português moderno)

Acerca desta citação, é interessante notar as colocações de C.A. White sobre a dificuldade de alocar taxonomicamente esta fauna e, principalmente, nos trechos grifados, chama a atenção a ideia de que as espécies “pertencem a tipos modernos”. Uma discussão acerca destas assertivas se encontra presente no Apêndice C.

Estudando as amostras coletadas por Joseph Mawson, White (1887) forneceu descrições detalhadas para *Sphaerium ativum* (Fig. 3.9), *Anodonta? mawsoni* (Figs. 3.5-3.6), *Anodonta? allporti* (Figs. 3.3-3.4) e *Anodonta? hartti* (Figs. 3.1-3.2), além de renomear *Unio (Anodon?) Totium-Sanctorum* para *Anodonta? toctium-sanctorum* (Figs. 3.7-3.8). Ou seja, a partir deste momento, a fauna de bivalves dulcícolas do cretáceo bahiano passa a ser composta por 5 espécies. A estampa citada por White (1887) pode ser observada na figura 3.

Mais de duas décadas depois, em Mawson (1913), são apresentados dados atualizados de toda a costa da Bahia, incluindo novas ocorrências de moluscos na extremidade setentrional do túnel de Periperi (Fig. 2), em solo preto e arenoso (MAURY, 1925):

Towards the Mont Serrat end of the Pedra Furada Bay three parallel bands of limestone stand out indistinctly in the cliff and on the beach. (...). Immediately underlying the lowest of these limestones is a thick bed of dark-blue shale, which also contains scales (of two or more species of *Lepidotus*) and other fish-remains associated with **molluscs** (*Anodonta*, *Paludina*, *Melania*, etc.). This same shale has also yielded a tooth of a Pterosaur, and contains a fine-textured thin greenish layer, with a lustrous surface showing numerous small delicate bones, with shells of **molluscs** and Ostracods.  
In a thin bed of shaly sandstone, a little nearer than the above to Pedra Furada, all the smaller shells are found in abundance (...).  
Between Pedra Furada and Bonfim [atualmente um bairro de Salvador, BA] a blue shaly mudstone has yielded a portion of a large scale of *Lepidotus*, associated with shells (not specified).  
(...)

*Km. 72-82.* Cuttings on the railway line here show a soft yellow shale, bearing shells and a few fish-remains. **The shells agree with those from San Thiago.**

*Km. 86, San Thiago.* Over a tough drab-coloured shale, nearly unfossiliferous shale, lies a softer mellow shale containing **Anodonta** and other shells (...).

*Periperi Tunnel, north end. Km. 11-12.* A black modern sandy soil, **full of shells of molluscs**, about 15 feet above the present beach, calls to mind an apparently similar formation in the island of Itaparica described by Mr. Rathbun; and in view of the interesting particulars given by him it is probable that the Periperi bed would repay the labour of a closer examination. **Some of the shells are in the British Museum (Nat. Hist.).**

(...)

*Pitanga Station Cutting.* This cutting is figured and described in Hartt's *Geology and Physical Geography of Brazil*, p. 368. [HARTT, 1870] The pink and white shale marked g has been found to **contain several species of molluscs**, some of which have not yet been found elsewhere. **Specimens of these, not well preserved, are in the British Museum (Nat. Hist.), South Kensington.** These strata are well worthy of further exploration. The contour of the cutting has been altered in late years. (MAWSON, 1913, p. 357-361, grifos meus).

É interessante chamar atenção para alguns dos grifos realizados nas citações acima, de Mawson (1913). Em alguns momentos, o autor cita o fato de que vários espécimes de moluscos encontrados nestas localidades foram depositados, pelo próprio, no “British Museum (Nat. Hist.)”, atual Natural History Museum em Londres, Reino Unido. Neste contexto, foi realizado contato com a instituição, obtendo assim êxito em localizar algumas das amostras, conforme poderá ser verificado mais adiante.

Os próximos a tratarem das localidades fossilíferas da Bahia foram Melo Júnior e Oliveira (1939), aprofundando os esforços de Mawson (1913) e expandindo consideravelmente a distribuição lateral desta fauna. De acordo com os autores, os pesquisadores anteriores (e.g., ALLPORT, 1860; MAWSON, 1913) teriam focado suas coletas em locais de fácil acesso. Entre 1937 e 1939, o Serviço Geológico realizou uma investigação mais profunda ao norte da Bahia, durante a qual aproximadamente 80 novos pontos de coleta de fósseis foram descobertos (MELO JÚNIOR; OLIVEIRA, 1939). Ressalta-se que o trabalho de Melo Júnior e Oliveira (1939) somente prospectou novas ocorrências das mesmas faunas, isto é, não inclui descrições de novas espécies. Isso significa que, no que se refere à fauna de bivalves, foco desta pesquisa, seriam então os mesmos animais encontrados e descritos por Allport (1860), Hartt (1870) e White (1887).

Infelizmente, a coleção analisada por White (1887), coletada pela Comissão Geológica do Império, se encontrava no Museu Nacional durante o incêndio de 2018. No entanto, em visita à instituição, após o ocorrido, foi possível encontrar, resgatadas, as espécies-tipo descritas por C. A. White, quase em sua totalidade: apenas *Anodonta? toctium-sanctorum* encontra-se desaparecida. Através de uma reanálise destas amostras, foi possível elaborar os resultados apresentados na forma de artigo no Apêndice C.

Ademais, em visita realizada à coleção de invertebrados do Museu de Ciências da Terra (MCTer), Rio de Janeiro, também tive a oportunidade de visualizar e fotografar amostras coletadas por Melo Júnior e Oliveira (1939), conforme poderá ser verificado mais adiante.

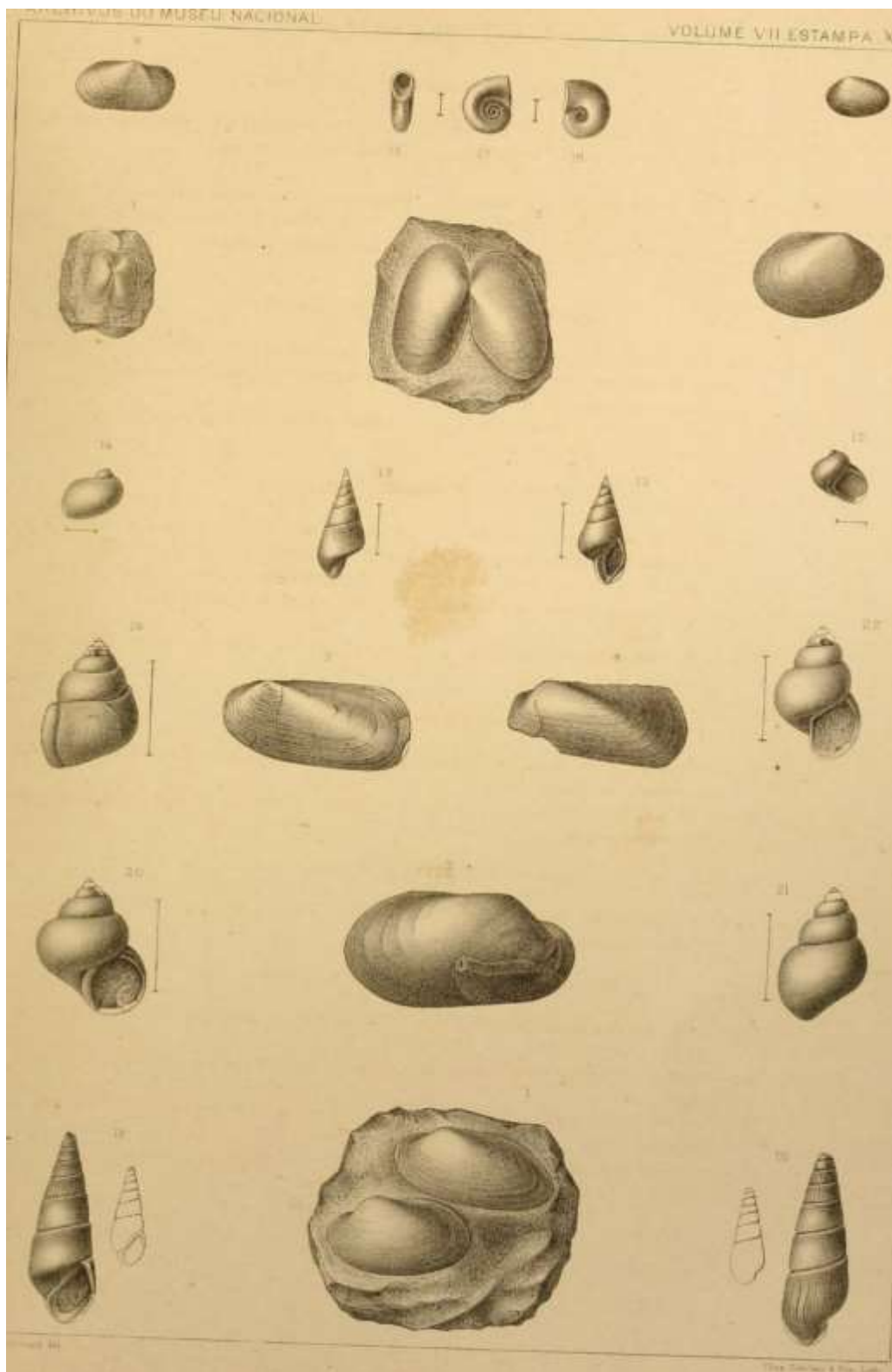


Figura 3. Estampa XXVI citada por White (1887) com ilustrações dos bivalves dulcícolas do cretáceo da Bahia. Notar os espécimes apresentados em 1-2. *Anodonta? hartii*. 3-4. *Anodonta? allporti*. 5-6. *Anodonta? mawsoni*. 7-8. *Anodonta? toctium-sanctorum*. 9. *Sphaerium ativum*. Infelizmente não se encontra disponível uma digitalização de melhor qualidade. Fonte: White (1887).

### *1.3 Hipótese de trabalho*

Esta pesquisa tem como hipótese central verificar a origem não-Gondwânica das malacofaunas dulcícolas do Cretáceo Inferior do nordeste brasileiro. A hipótese encontra suporte na recente descoberta dos bivalves não-marinheiros na Formação Crato, incluindo membros das superfamílias Silesunionoidea e Trigonioideoidea, cuja ocorrência na América do Sul não era sequer imaginada até pouco tempo atrás. Além do que já foi estudado sobre os bivalves dulcícolas do Grupo Santana, novas formas foram descritas durante o período abrangido por esta pesquisa (SILVA et al., 2024, Apêndice A) e, em adição a isso, novas ocorrências da fauna tipicamente atribuída à Formação Crato também foram registradas para a Formação Romualdo (Apêndice B).

Já no Apêndice C, são descritos, pela primeira vez, os bivalves dulcícolas das formações Salvador, Marizal e Itapecuru, as quais fornecem dados importantes para verificação da hipótese acima, levando a estabelecer claras diferenças entre as malacofaunas dulcícolas do Cretáceo Inferior e Superior brasileiros, muito provavelmente possuindo origens evolutivas, em parte, distintas.

## 6 CONCLUSÕES

- a. Dados anteriores (SILVA et al., 2020a; 2020b) limitavam a presença de moluscos bivalves na Bacia do Araripe especificamente para a Camada Caldas (VAREJÃO et al., 2021);
- b. Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, foi encontrada a presença de bivalves em outras associações de fácies na Formação Crato, em uma assembleia dominada por *Modiolus?* sp. (SILVA et al., 2024; Apêndice A);
- c. Além de *Modiolus?* sp., a assembleia também conta com a presença de *A. elliptica* e *M. bellaradiata*, algo que determina o fenômeno de condensação ambiental (FÜRSICH; KAUFFMAN, 1984) como tendo sido crucial para a formação da composição faunística observada na assembleia analisada;
- d. A descoberta desta assembleia expande verticalmente a distribuição de bivalves em aproximadamente 30 metros dentro da Formação Crato, demonstrando que a unidade possui fósseis de grande importância para além daqueles encontrados nos célebres calcários laminados do *Konservat-Lagerstätte*;
- e. Para além da nova assembleia descrita para a Formação Crato (SILVA et al., 2024; Apêndice A), também foi encontrada uma assembleia de fácies dominadas por maré na sobreposta Formação Romualdo, contendo bivalves marinhos-salobros retrabalhados e misturados com as espécies dulcícolas tipicamente conhecidas para a Formação Crato;
- f. A assembleia da Formação Romualdo sugere uma influência de fluxo dulcícola e correntes de maré no retrabalhamento de sedimentos, o que engendrou os habitats aquáticos durante a deposição da Formação Romualdo (Apêndice B);
- g. Os bivalves dulcícolas encontrados nas fácies dominadas por maré da Formação Romualdo não se tratam de fósseis *remané* da Formação Crato, ao contrário, habitaram de fato os ambientes costeiros onde foram encontrados na Formação Romualdo;

- h. A presença destes moluscos bivalves na Formação Romualdo expande ainda mais a distribuição estratigráfica destes animais, desta vez não só para além da Camada Caldas, mas para além da Formação Crato em si (Apêndice B);
- i. Ainda acerca da fauna tipicamente encontrada na Formação Crato, dantes atribuída como sendo endêmica da Bacia do Araripe, demonstrou-se que também pode ser encontrada nas formações Marizal (Bacia Tucano) e Itapecuru (Bacia do Parnaíba) (Apêndice C);
- j. Dois tipos distintos de malacofaunas dulcícolas são identificadas para o Cretáceo Inferior Brasileiro: uma de idade Berriasiana-Barremiana, incluindo os registros mais antigos conhecidos de *Mycetopoda*, *Anodontites* e *Cratonaia*; e outra de idade Aptiana-Albiana, caracterizada pela presença de *A. elliptica*, *C. novaolindensis* e *M. bellaradiata*;
- k. As diferenças entre as faunas sugerem condições ambientais distintas, com faunas mais antigas prosperando em fluxos de água efêmeros e ambientes lacustres associados a sistemas de leque deltaico; e faunas mais jovens em ambientes flúvio-lacustres;
- l. Além disso, as faunas do Cretáceo Inferior diferem grandemente das tipicamente encontradas no Cretáceo Superior brasileiros (e.g., Mycetopodidae, Sancticarolitidae), conhecidas, principalmente, para o Grupo Bauru. Ambas são bastante diferentes entre si, e, aparentemente, não apresentam conexões com as faunas Africanas da época;
- m. As assembleias de bivalves da Formação Crato, na Camadas Caldas, são autóctones a parautóctones e não apresentam extensa mistura temporal (*time-averaging*). Logo, esses dados são de extrema valia para interpretações paleoambientais;
- n. As assembleias de bivalves fósseis das localidades analisadas da Camada Caldas apresentam diferenças tafonômicas e composicionais entre si, sinalizando variação lateral de sistemas deposicionais no contexto da camada;

- o. Entre as possibilidades destas diferenças entre localidades se incluem a tensão de cisalhamento, energia do meio (presença ou ausência de correntes tracionais de fundos), tipo de substrato, teor de matéria orgânica e variação de atividade microbiana, parâmetros que parecem influenciar diretamente na distribuição, abundância e diversidade de bivalves dulcícolas;
- p. Os bivalves da Formação Crato eram, possivelmente, escavadores rasos, dada a ausência de aberturas comissurais e a natureza de sua ornamentação adaptada não para escavação, mas para ancoragem, como mecanismo compensatório de seu grande comprimento no caso de *A. elliptica* e *M. bellaradiata*, enquanto *C. novaolindensis* não apresenta essa adaptação, pois não apresenta morfologia alongada;
- q. Bivalves de morfologia alongada, tais como *A. elliptica*, podem ser favoravelmente selecionados em locais com baixa energia, corroborando as interpretações realizadas até aqui acerca da Camada Caldas, tendo sido caracterizada como um ambiente de águas calmas (vide VAREJÃO et al. 2021a);
- r. As conchas de *A. elliptica* da Camada Caldas, ao estarem, em sua maioria, articuladas abertas (i.e., *butterfly*), indicam rápida decomposição dos músculos adutores, o que ocasionou uma abertura das valvas em resposta à elasticidade do ligamento, e soterramento rápido, porém não abrupto. Neste contexto, os animais teriam sido recobertos com sedimentos finos e então fossilizados sem a ruptura do ligamento;
- s. A assembleia de bivalves da localidade de Três Irmãos, apresenta a assembleia mais diversa de bivalves conhecidos da Formação Crato, Camada Caldas. A predominância de bivalves articulados fechados sugere fortemente que os bivalves foram soterrados de maneira rápida. Neste contexto, essa é uma assembleia tipicamente autóctone;
- t. O predomínio de bivalves preservados com as conchas com a convexidade voltada para cima nas assembleias de *A. elliptica* (Camada Caldas) sugerem que as conchas foram levemente

remobilizadas e atingiram posição hidrodinâmica estável junto ao fundo. Como estão bem preservadas, articuladas em sua maioria e não existem fragmentos, as conchas devem ter tido exposição reduzida à interface água/sedimento e, portanto, transporte bastante limitado. A articulação sugere, ainda, que estes animais possivelmente estavam vivos quando foram preservados;

- u. Ainda no contexto do arranjo tridimensional das conchas na matriz sedimentar, as diferenças apresentadas entre a localidade de Caldas e as demais podem estar refletindo diferenças batimétricas entre ambientes mais proximais e distais;
- v. A sucessão de Três Irmãos refletiria então condições mais proximais, dada a presença de gretas de contração preenchidas por folhelho na região noroeste da Camada Caldas (vide VAREJÃO et al., 2021b, fig. 9B), denotando períodos de seca, possivelmente relacionados aos ciclos úmido-seco no Aptiano do Atlântico Sul. Aliada a isso, a presença de *C. novaolindensis* precisamente nessa localidade, a espécie com os músculos anteriores adutores mais desenvolvidos, músculos esses que são responsáveis pelo fechamento hermético das valvas a fim de evitar a dessecação.

## REFERÊNCIAS

AIRES, et al. New postcranial elements of Thalassodrominae (Pterodactyloidea, Tapejaridae) from the Romualdo Formation (Aptian-Albian), Santana Group, Araripe Basin, Brazil. **Palaeontology**, v. 57, p. 343-355, 2014.

ALLEN, P.A.; ARMITAGE, J.L. Cratonic basins. In: BUSBY, C.; AZOR, A. (eds.) **Tectonics of Sedimentary Basins: Recent Advances**. Blackwell Publishing Ltd., p. 602-620, 2012.

ALLEN, D.C.; VAUGHN, C.C. Burrowing behavior of freshwater mussels in experimentally manipulated communities. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 28, p. 93-100, 2009.

ALMEIDA-FILHO, R. et al. Data integration for a geologic model of hydrocarbon microseepage areas in the Tonã Plateau region, North Tucano basin, Brazil. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 28, n. 1, p. 96-107, 2002.

ALLPORT, S. On the Discovery of some fossil remains near Bahia in South America. **Quarterly Journal of the Geological Society**, v. 16, p. 263-266, 1860.

ALVARADO-ORTEGA J.; BRITO P.M. A new ichthyodectiform (Actinopterygii, Teleostei) from the Lower Cretaceous Marizal Formation, northeast Brazil. **Paleontology**, v. 53, p. 297-306, 2010.

AMARAL C.R.L.; BRITO P.M. A new Chanidae (Osthariophysii: Gonorynchiformes) from the Cretaceous of Brazil with Affinities to Laurasian Gonorynchiforms from Spain. **PLoS One**, v. 7, n. 5, p. e37247, 2012.

ANAISSE J., et al. Fácies de um sistema estuarino-lagunar no Grupo Itapecuru, região de Açailândia/MA, Bacia do Grajaú. In: Rossetti D.F. et al. (Eds), **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 119-150, 2001.

ANDERSON, L.C. Ultra-elongate freshwater pearly mussels (Unionida): roles for function and constraint in multiple morphologic convergences with marine taxa. In: HEMBREE, D.I. et al. **Experimental Approaches to Understanding Fossil Organisms**. Dordrecht: Springer, p. 21-47, 2014.

ANDRADE, E.J. et al. The bivalve *Neithea* from the Cretaceous of Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 17, p. 25-38, 2004.

ANTONIETTO, L.S. **Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo inferior, Aptiano superior), Bacia do Araripe, NE-Brasil: taxonomia, distribuição estratigráfica e paleoecologia**. 2010. 70 f. Dissertação de Mestrado (Geologia). Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília.

ANTONIETTO, L.S. et al. Taxonomy, ontogeny and paleoecology of two species of *Harbinia* Tsao, 1959 (Crustacea, Ostracoda) from the Santana Formation, Lower Cretaceous, Northeastern Brazil. **Journal of Paleontology**, v. 86, n. 4, p. 659-668, 2012.

ARAI, M. Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective. **Brazilian Journal of Geology**, v. 44, p. 339-350, 2014.

\_\_\_\_\_. (2016). Reply to the comments of Assine et al. (Comments on paper by M. Arai "Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective"). **Brazilian Journal of Geology**, v. 46, n. 1, p. 9-13.

ARAI, M.; ASSINE, M.L. Chronostratigraphic constraints and paleoenvironmental interpretation of the Romualdo Formation (Santana Group, Araripe Basin, Northeastern Brazil) based on palynology. **Cretaceous Research**, v. 116, p. 104610, 2020.

ARAI, M; COIMBRA, J.C. Análise paleoecológica do registro das primeiras ingressões marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe). In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990, Crato. **Atas...** Crato: Universidade Regional do Cariri, 1990, p. 225-239.

ARARIPE, R.C. et al. Foraminifera and Ostracoda from the Lower Cretaceous (Aptian-lower Albian) Romualdo formation, Araripe basin, northeast Brazil: Paleoenvironmental inferences. **Cretaceous Research**, v. 122, p. 104766, 2021.

ASSINE, M.L. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 3, p. 289-300, 1992.

\_\_\_\_\_. (2007). ASSINE, M.L. Bacia do Araripe. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, p. 289-300, 2007.

ASSINE, M.L. et al. Sequências Depositionais do Andar Alagoas (Aptiano Superior) da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 22, p. 3-28, 2014.

\_\_\_\_\_. (2016). Comments on paper by M. Arai, "Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective". **Brazilian Journal of Geology**, v. 46, p. 3-7.

AYOUB-HANNAA et al. Cenomanian-Coniacian (Upper Cretaceous) Bivalves of the Sergipe Basin, Brazil: Order Pholamyida. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 18, n. 1, p. 31-70, 2015.

BAEZ, A.M. et al. Anurans from the Lower Crato Formation of northeastern Brazil: implications for the early divergence of neobatrachians. **Cretaceous Research**, v. 30, p. 829-846, 2009

BALLA, S.A.; WALKER, K.F. Shape variation in the Australian freshwater mussel *Alathyria jacksoni* Iredale (Bivalvia, Hyriidae). **Hydrobiologia**, v. 220, p. 89-98, 1991.

BARBOSA, J.S.F. et al. O conglomerado Mont Serrat e suas relações com o alto e a falha de Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 324-332, 2007.

BARKER, M.J.; MUNT, M.C. *Nippononaia* sp. nov. a new freshwater bivalve from the Wessex Formation of the Isle of Wight. **University of Portsmouth, Department of Geology, Report of Activities**, v. 15, p. 44-46, 1993.

BARKER, M.J. et al. The first recorded Trigonoidoidean bivalve from Europe. **Palaeontology**, v. 40, p. 955-963, 1997.

BARTSCH, M.R. et al. Influence of shell morphology on distributions of unionids in the upper Mississippi River. **Journal of Molluscan Studies**, v. 76, p. 67-76, 2010.

BAUER, G. Characterization of the Unionoida (= Naiads). In: BAUER, G; WÄCHTLER, K. (Eds.) Ecological and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida. **Ecological Studies**, v. 145, p. 155-163, 2001.

BEURLEN, K. A geologia da Chapada do Araripe. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 34, n. 3, p. 365-370, 1962.

\_\_\_\_\_. (1963). Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 17, Recife. **Suplemento**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1963, 1-47.

\_\_\_\_\_. (1966). Novos equinóides no Cretáceo do Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 389, n. 3/4, p. 455-464.

\_\_\_\_\_. (1971a). As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 43, suplemento, p. 411-415.

\_\_\_\_\_. (1971b). A paleontologia na geologia do Cretáceo do Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 43, suplemento, p. 89-101.

BIELER, et al. Classification of Bivalve Families. **Malacologia**, v. 52, n. 2, p. 113-184, 2010.

BOM, M.H.H. et al. Paleoenvironmental Evolution of the Aptian Romualdo Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. **Global and Planetary Change**, v. 203, p. 103528, 2021.

BRAKEFIELD, P.M.; ROSKAM, J.C. Exploring evolutionary constraints is a task for an integrative evolutionary biology. **American Naturalist**, v. 168, supplement, S1-S13, 2006.

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

BRUNO, A.P.S; HESSEL, M.H. Registros paleontológicos do cretáceo marinho na Bacia do Araripe. **Estudos Geológicos**, v. 16, n. 1, p. 30-49, 2006.

CAIXETA, J.M. et al. Bacia do Recôncavo, Tucano e Jatobá. **Boletim da PETROBRÁS**, v. 8, n.1, p. 163-172, 1994.

CAMPBELL, D.F. Revised report of the Reconnaissance Geology of the Maranhão Basin. [São Luís, Rio de Janeiro:] **CNP/DEPEX/SEDOC 103-00093**, 117 pp. 1949.

\_\_\_\_\_. (1950). Bacia do Maranhão (Geologia). In: **Conselho Nacional Do Petróleo**, relatório de 1949. Rio de Janeiro, p. 81-85.

CARMO, D.A. et al. On the validity of two lower Cretaceous non-marine ostracod genera: biostratigraphic and paleogeographic implications. **Journal of Paleontology**, v. 82, p. 790-799, 2008.

CARVALHO, M. A. et al. Late Aptian (Early Cretaceous) dry-wet cycles and their effects on vegetation in the South Atlantic: Palynological evidence. **Cretaceous Research**, v. 100, p. 172-183, 2019.

CATTO, B. et al. The microbial nature of laminated limestones: Lessons from the Upper Aptian, Araripe Basin, Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 341, p. 304-315, 2016.

CHAGAS, D.B. **Litoestratigrafia da Bacia do Araripe: reavaliação e propostas para revisão**. 2006. 112 f. Dissertação de Mestrado (Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

CHERNS, L.; WRIGHT, V.P. Skeletal mineralogy and biodiversity of marine invertebrates: size matters more than seawater chemistry. **Geological Society, London, Special Publications**, v. 358, p. 9-17, 2011.

CLAXTON, W.T. et al. A genetic and morphological comparison of shallow- and deep-water populations of the introduced dreissenid bivalve *Dreissena bugensis*. **Canadian Journal of Zoology**, v. 76, p. 1269-1276, 1998.

COIMBRA, J.C. et al. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe basin, northeastern Brazil. **Geobios**, v. 35, p. 687-698, 2002.

CORRÊA-MARTINS, F.J. et al. Petrografia, Diagênese e Considerações sobre Proveniência da Formação Itapecuru no Norte do Maranhão (Cretáceo Inferior, Bacia do Parnaíba, NE Brasil). **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 41, n. 3, p. 514-530, 2018.

COSTA I.P. et al. Sub-bacias de Tucano Sul e Central. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 433-443, 2007a.

\_\_\_\_\_. (2007b). Sub-bacia de Tucano Norte e Bacia de Jatobá. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 445-453.

COX, L.R. et al. **Treatise on Invertebrate Paleontology**: Part N1, Mollusca 6, Bivalvia. Kansas: The University of Kansas Printing Service, 1969.

CRAIG, G.Y.; OERTEL, G. Deterministic models of living and fossils populations of animals. **Quarterly Journal of the Geological Society of London**, v. 122, p. 315-335, 1966.

CRISTINI, P.A. et al. Water geochemistry of shallow lakes from the southeastern Pampa plain, Argentina and their implications on mollusk shells preservation. **Science of the Total Environment**, v. 603-304, p. 155-166, 2017.

CUSTÓDIO, M.A. et al. The transgressive-regressive cycle of the Romualdo Formation (Araripe Basin): Sedimentary archive of the Early Cretaceous marine ingression in the interior of Northeast Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 359, p. 1-15, 2017.

DELVENE, G.; MUNT, M. New Trigonioidea (Bivalvia: Unionida) from the Early Cretaceous of Spain. **Palaeontology**, v. 54, p. 631-638, 2010.

DELVENE, G. et al. *Iberanaia iberica*: The first record of the Trigonioidea Bivalvia: Unionida from the Lower Cretaceous of Teruel, Spain. **Cretaceous Research**, v. 32, p. 591-596, 2011.

\_\_\_\_\_. (2013). Late Jurassic-Early Cretaceous freshwater bivalves from Turiasaurus riodevensis bearing strata of Teruel (Spain). **Spanish Journal of Palaeontology**, v. 28, p. 161-172.

DILLON, Robert T. **The ecology of freshwater molluscs**. Cambridge University Press, 2000.

DI MAIO, J.; CORKUM, L.D. Patterns of orientation in unionids as a function of rivers with differing hydrological variability. **Journal of Molluscan Studies**, v. 63, p. 531-539, 1997.

DONOVAN, S.K. Postmortem encrustation of the alien bivalve *Ensis americanus* (Binney) by the barnacle *Balanus crenatus* Bruguière in the North Sea. **Palaios**, v. 26, p. 665-668, 2011.

DUQUE, R.R.C. et al. New pterosaur specimens with geographic and stratigraphic precedence from the Romualdo formation (lower cretaceous, araripe basin, Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 127, p. 104408, 2023.

EAGAR, R.M.C. Shape and function of the shell: a comparison of some living and fossil bivalve molluscs. **Biological Reviews**, v. 53, p. 169-210, 1978.

ERTHAL, F. et al. Fidelity of molluscan assemblages from the Touro Passo Formation (Pleistocene-Holocene), southern Brazil: Taphonomy as a tool for discovering natural baselines for freshwater communities. **Palaios**, v. 26, p. 433-446, 2011.

\_\_\_\_\_. (2015). Multistep taphonomic alterations in fluvial mollusk shells: a case study in the Touro Passo Formation (Pleistocene-Holocene), southern Brazil. **Palaios**, v. 30, p. 388-402.

FAMBRINI, G.L. et al. Architectural and facies characterization of the Aptian fluvial Barbalha Formation, Araripe Basin, NE Brazil. **Geological Society, London, Special Publications**, v. 488, n. 1, p. 119-150, 2019.

FARA, E. et al. Controlled excavations in the Romualdo Member of the Santana Formation (Early Cretaceous, Araripe Basin, northeastern Brazil): stratigraphic, palaeoenvironmental and palaeoecological implications. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 218, p.145-160, 2005.

- FASSATOUI, C. et al. Geographic pattern of shell morphology in the endemic freshwater mussel *Unio ravoisieri* (Bivalvia: Unionidae) from northern Tunisia. **Journal of Molluscan Studies**, v. 81, p. 152-160, 2014.
- FERREIRA, C.S. et al. A malacofauna dulcícola da Formação Itapecuru (Bacia do Parnaíba, Cretáceo Inferior). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 67, n. 4, p. 382.
- FISCHER, R. Fossilien aus der Tongrube Sachsenhagen. **Arbeitskreis Paläontologie Hannover**, v. 20, p. 33-53, 1992.
- FORTES, F.P. Geologia Estrutural e Tectônica da Bacia Sedimentar do Meio-Norte do Brasil (Uma Síntese com Implicações Metalogenéticas). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife. **Anais**. Recife: SBG, 1978, 321-336.
- FRANCESCO, C.G. et al. Actualistic Taphonomy of Freshwater Mollusks from the Argentine Pampas: An Overview of Recent Research Progress. In: MARTÍNEZ, S. et al. **Actualistic Taphonomy in South America**. 2019. Cham: Springer Nature Switzerland AG.
- FREITAS B.T. **A Formação Marizal (Aptiano) na Bacia do Tucano (BA):** Contribuições à análise da arquitetura de depósitos fluviais e implicações paleobiogeográficas. 2014. 175f. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FÜRSICH, F.T.; KAUFFMAN, E.G. Paleocology of marginal marine sedimentary cycles in the Albian Bear River Formation of South-Western Wyoming. **Palaeontology**, v. 27, n. 3, p. 501-536, 1984.
- FÜRSICH, F.T.; OSCHMANN, W. Shell beds as tools in basin analysis: the Jurassic of Kachchh, western India. **Journal of the Geological Society of London**, v. 150, p. 169-185, 1993.
- FÜRSICH, F.T.; PANDEY, D.K. Genesis and environmental significance of Upper Cretaceous shell concentrations from the Cauvery Basin, southern India. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 145, p. 119-139, 1999.
- FÜRSICH, F.T. et al. Analysis of a Cretaceous (late Aptian) high-stress ecosystem: The Romualdo Formation of the Araripe Basin, northeastern Brazil. **Cretaceous Research**, v. 95, p. 268-296, 2019.
- GÓES, A.M.; COIMBRA, A.M. Bacias sedimentares da província sedimentar do meio-norte do Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 5, 1996, Belém. **Boletim**, p. 186-187.
- GÓES, A.M.O.; FEIJÓ, F.J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 8, n. 1, p. 57-68, 1994.
- GÓES A.M.; ROSSETTI, D.F. Gênese da Bacia de São Luís-Grajaú, Meio-Norte do Brasil. In: Rossetti D.F et al. (Eds), **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**, Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 15-29, 2001.
- GOMES, B.A. et al. New invertebrate sites and marine incursions in the Romualdo Formation, Aptian-Albian, Araripe sedimentary basin, NE Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 123, p. 104249, 2023.
- GOOD, S.C. Paleoenvironmental and paleoclimatic significance of freshwater bivalves in the Upper Jurassic Morrison Formation, Western Interior, USA. **Sedimentary Geology**, v. 167, n. 3-4, p. 163-176, 2004.
- GOODDING, D.D. et al. Association between substrate and hydraulic variables and the distributions of a sculptured and an unsculptured unionid mussel. **Freshwater Science**, v. 38, n. 3, p. 543-553, 2019.

GUARNERI, I. et al. A morphometric and genetic comparison of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) populations: does shape really matter? **Aquatic Invasions**, v. 9, p. 183-194, 2014.

GUERRINI, V.B. **Moluscos bivalves do Cretáceo Inferior, Formação Romualdo, Bacia do Araripe, Brasil**: a importância paleontológica e geológica de dados taxonômicos e estratigráficos acurados. 2023. 189 f. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo.

GUERRINI, V.B. et al. Early Cretaceous Bivalves of the Romualdo Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. **Cretaceous Research**, pre-proof, p. 105910, 2024.

GUZMÁN, J. et al. Aptian ostracods from the Santana Group, Araripe Basin, Brazil. **Revue de Micropaléontologie**, v. 77, p. 100694, 2022.

\_\_\_\_\_. (2023). Ostracoda and foraminifera biostratigraphy and paleoenvironmental Evolution of the Aptian Santana Group, post-rift of the Araripe Basin, Brazil. **Gondwana Research**, v. 124, p. 18-38.

HANLEY, J.H.; FLORES, R.M. Taphonomy and Paleoecology of Nonmarine Mollusca: Indicators of Alluvial Plain Lacustrine Sedimentation, Upper Part of the Tongue River Member, Fort Union Formation (Paleocene), Northern Powder River Basin, Wyoming and Montana. **PALAIOS**, v. 2, n. 5, p. 479-496, 1987.

HARTT, C.F. **Geology and Physical Geography of Brazil**. Boston: Fields, Osgood & Co, 1870.

HEADS, S.W. et al. Palaeoentomological Paradise: The Cretaceous Crato Formation of Brazil. **Bulletin of the Royal Entomological Society**, v. 32, p. 91-98, 2008.

HEIMHOFER, U.; HOCHULI, P.A. Early Cretaceous angiosperm pollen from a low-latitude succession (Araripe Basin, NE Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 161, p. 105-126, 2010.

HEIMHOFER, U. et al. Deciphering the depositional environment of the laminated Crato fossil beds (Early Cretaceous, Araripe Basin, North-eastern Brazil). **Sedimentology**, v. 57, p. 677-694, 2010.

HESSEL, M.H. Alguns inoceramídeos (Bivalvia) radialmente ondulados do Turoniano Inferior de Sergipe. **Coletânea de Trabalho Paleontológicos do DNPM**, v. 27, p. 227-237, 1986.

\_\_\_\_\_. (1988). Lower Turonian Inoceramids from Sergipe, Brazil: Systematics, Stratigraphy, and Paleoecology. **Fossils and Strata**, v. 21, p. 180.

\_\_\_\_\_. (2004). Gervillia (Gervillia) solenoidea DeFrance, 1820 (Bivalvia, Bakevellidae) do Neoplioceno de Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n. 1, p. 67-76.

HIRAYAMA, R. Oldest known sea turtle. **Nature**, v. 392, n. 6677, p. 705-708, 1998.

HOCKNULL, S.A. Mesozoic freshwater and estuarine bivalves from Australia. **Memoirs of the Queensland Museum**, v. 45, p. 405-426, 2000.

HOLZ, M.; SIMÕES, M.G. **Elementos fundamentais de Tafonomia**. 1 ed. Porto Alegre: EDUFRGS, 231 pp., 2002.

\_\_\_\_\_. (2005). Taphonomy: an overview of main concepts and applications to Sequence Stratigraphic Analysis. In: KOUTSOUKOS, E.M.C. (Org.). **Topics in Geobiology: Applied Stratigraphy**. USA: Springer, 2005, v. 23, p. 249-279.

HORNBACK, D.J. et al. Variation in Freshwater Mussel Shell Sculpture and Shape Along a River Gradient. **The American Midland Naturalist**, v. 164, n. 1, p. 22-36, 2010.

IHERING, H. *Pleiodon priscus*. In: COMISSÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA, 1913, São José dos Dourados. **Exploração do Rio Grande e seus afluentes...** São Paulo: CGG, 1913, p. 1-39.

KAUFFMAN, E.G. A Brackish Water Biota from the Upper Cretaceous Harebell Formation of Northwestern Wyoming. **Journal of Paleontology**, v. 47, n. 3, p. 436-466, 1973.

KELLNER, A.W. Short note on a new dinosaur (Theropoda, Coelurosauria) from the Santana Formation (Romualdo member, Albian), northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional, série Geologia**, v. 49, p. 1-8, 1997.

KELLNER, A.W.; CAMPOS, D.d.A. Vertebrate paleontology in Brazil – A review. **Episodes**, v. 22, n. 3, p. 238, 1999.

\_\_\_\_\_. (2000). Brief review of dinosaur studies and perspectives in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 72, n. 4, 509-538.

KIDWELL, S.M.; HOLLAND, S.M. Field Description of Coarse Bioclastic Fabrics. **Palaios**, v. 6, p. 426-434, 1991.

KIDWELL, S.M. et al. Conceptual framework for the analysis and classification of shell concentration. **Palaios**, v. 1, p. 228-238, 1986.

KRENAK, A. **Ideias para Adiar o Fim do Mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

LACERDA, J.N.L. et al. Paleoecology and paleoenvironmental inferences based on palynomorphs from the Romualdo Formation (Lower Cretaceous) of the Araripe Basin, Serrôlandia Mine, Pernambuco, northeastern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 129, p. 104526, 2023.

LAZO, D.G. Taxonomy, facies relationships and palaeobiology of bakevelliid bivalves from the Lower Cretaceous of west-central Argentina. **Cretaceous Research**, v. 24, n. 6, p. 765-788, 2003.

\_\_\_\_\_. (2007a). The bivalve *Pholadomya gigantea* in the Early Cretaceous of Argentina: Taxonomy, taphonomy, and paleogeographic implications. **Acta Paleontologica Polonica**, v. 52, n. 2, p. 375-390.

\_\_\_\_\_. (2007b). Early Cretaceous bivalves of the Neuquén Basin, west-central Argentina: notes on taxonomy, palaeobiogeography and palaeoecology. **Geological Journey**, v. 42, n. 2, p. 127-142.

LEVINE, T.D.D. et al. Effects of shell shape, size, and sculpture in burrowing and anchoring abilities in the freshwater mussel *Potamilus alatus* (Unionidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 111, p. 136-144, 2014.

LINOL, B.; et al. Correlation and Paleogeographic Reconstruction of the Cape-Karoo Basin Sequences and Their Equivalents Across Central West Gondwana. In: LINOL, B.; WIT, M.J. (eds.). **Origin and Evolution of the Cape Mountains and Karoo Basin**. Springer, p. 183-192., 2016.

LIMA, E.A.; LEITE, J.F. Projeto estudo global de recursos minerais da Bacia do Parnaíba: integração geológica-metalogenética. **Relatório Final da Etapa III**, Recife, DNPM/CPRM, v. 2, 3, 4 e 15, 1978.

LIMA, F.G.F.; SÁ, E.F.J. Controle estrutural da borda sudeste da Bacia do Parnaíba, Nordeste do Brasil: relação com eventos geodinâmicos no Gondwana. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, v. 17, n. 3, p. 3-21, 2017.

- LIMA, M.R. **Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil)**. 1978. 397 f. Tese de Doutorado (Paleontologia e Estratigrafia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LOSOS, J.B. Convergence, adaptation and constraint. **Evolution; International Journal of Organic Evolution**, v. 276, p. 177-185, 2011.
- LUCI, L., LAZO, D.G. Living on an island: characterization of the encrusting fauna of large pectinid bivalves from the Lower Cretaceous of the Neuquén Basin, west-central Argentina. **Lethaia**, v. 48, n. 2, p. 205-226, 2014.
- LUDBROOK, N.H. Trigonioiidae (Mollusca: Bivalvia) from the Cretaceous of Lake Eyre North, South Australia. **Transactions of the Royal Society of South Australia**, v. 109, p. 77-82, 1985.
- MABESOONE, J.M.; TINOCO, I.M. Paleogeology of Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 14, p. 87-118, 1973.
- MAGALHÃES, L.M. **Popularização da geologia de Salvador, Bahia: um olhar para o passado, o presente e o futuro**. 2020. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.
- MAGNAVITA L.P. **Geometry and kinematics of the Recôncavo-Tucano-Jatobá rift, NE Brazil**. 1992. 493 f. Tese de Doutorado - University of Oxford, Oxford.
- MAGNAVITA L.P.; CUPERTINO J.A. A new approach to the geological configuration of the Lower Cretaceous Tucano and Jatobá Basins. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 18, p. 222-230, 1988.
- MAGNAVITA L.P. et al. Rifting, erosion, and uplift history of the Recôncavo-Tucano-Jatobá Rift, northeast Brasil. **Tectonics**, v. 13, p. 367-388, 1994.
- \_\_\_\_\_. (1998). **Guidebook to the Recôncavo Rift Basin**. Rio de Janeiro: AAPG-ABGP International Conference.
- \_\_\_\_\_. (2003). Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia Tucano. **Fundação Paleontológica Phoenix**, Ano 5, Série Bacias Sedimentares, número 52.
- MAKARKIN, V.N.; MENON, F. New species of the Mesochrysopidae (Insecta, Neuroptera) from the Crato Formation of Brazil (Lower Cretaceous), with taxonomic treatment of the family. **Cretaceous Research**, v. 26, p. 801-812, 2005.
- MAIA, H. **Neoliberalismo e sofrimento psíquico: o mal-estar nas universidades**. Recife: Ruptura Editorial, 2022.
- MAISEY, J.G. **Santana Fossils: An Illustrated Atlas**. Neptune City: T.F.H. Publications, 1991.
- MANCENÍDO, M.O.; DAMBORENEA, S.E. Megafaunas de invertebrados palaeozoicos y mesozoicos. In: RAMOS, V. (Ed.). **Geología y recursos naturales de la Provincia de Rio Negro**. Relatório del IXº Congreso Geologica Argentina, 1984, San Carlos de Bariloche. Buenos Aires: Asociación Geologica Argentina, p. 413-466, 1984.
- MANSO, C.L.C; HESSEL, M.H. Revisão sistemática de *Pygidiolampas araripensis* (Beurlen, 1966), (Echinodermata: Cassiduloidea) da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Geociências**, v. 26, n. 3, p. 271-277, 2007.
- \_\_\_\_\_. (2012). Novos equinóides (Echinodermata: Echinoidea) do Albiano da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, n. 1, p. 187-197.
- MARTELLO, A.R. et al. The role of topography, river size and riverbed grain size on the preservation of riverine mollusk shells. **Journal of Paleolimnology**, v. 59, p. 309-327, 2018.

MARTILL, D.M. Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil. **Palaeontology**, v. 31, n. 1, p. 1-18, 1988.

\_\_\_\_\_. (1993). **Fossils of the Santana and Crato Formations, Brazil**. London: Palaeontological Association.

\_\_\_\_\_. (2007). The age of the Cretaceous Santana Formation fossil *Konservat-Lagerstätte* of north-east Brazil: a historical review and an appraisal of the biochronostratigraphic utility of its palaeobiota. **Cretaceous Research**, v. 28, p. 895-920.

\_\_\_\_\_. (2011). A new pterodactyloid pterosaur from the Santana Formation (Cretaceous) of Brazil. **Cretaceous Research**, v. 32, p. 236-243.

MARTILL, D.M. et al. **The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an ancient world**. New York: Cambridge University Press, 2007a.

\_\_\_\_\_. (2007b). Halite pseudomorphs in the Crato Formation (Early Cretaceous, Late Aptian – Early Albian), Araripe Basin, Northeast Brazil: further evidence for hypersalinity. **Cretaceous Research**, v. 28, p. 613-620.

MARTINS-NETO, R.G. Insetos fósseis como bioindicadores em depósitos sedimentares: um estudo de caso para o Cretáceo da Bacia do Araripe (Brasil). **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 8, p. 155-183, 2006.

MAURY, C.J. **Fósseis Terciários do Brasil com Descrição de Novas Formas Cretáceas**. Rio de Janeiro: SGMB, 1925.

\_\_\_\_\_. (1937). **O Cretáceo de Sergipe**. Rio de Janeiro: SGMB.

MAWSON, J. Notes on the cretaceous formation of Bahia, Brazil. **Geological Magazine of London**, p. 356-361, 1913.

MAWSON, J; WOODWARD, A.S. On the cretaceous formation of Bahia (Brazil), and on vertebrate fossils collected therein. **Quarterly Journal of the Geological Society of London**, v. 63, p. 128-144, 1907.

MCGHEE, G.R. Jr. **Convergent evolution: limited forms most beautiful**. Cambridge: MIT Press, 2011.

MEDEIROS, R.A.; PONTES, F.C. **Roteiro Geológico da Bacia do Recôncavo (Bahia)**. Rio de Janeiro: Petróleo Brasileiro S.A., 1981.

MELO JR. J.L; OLIVEIRA, P.E. Novas localidades fossilíferas do nordeste da Baía. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, n. 103, 1939.

MELO, R.M. et al. New marine and age accuracy of the Romualdo Formation, Araripe Basin, Brazil. **Scientific Reports**, v. 10, p. 15779, 2020.

MELLO, L.H et al. A new species of Gervillia DeFrance (Bivalvia, Bakevellidae) from the Aptian-Albian transition of Sergipe, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 10, n. 1, p. 63-69, 2007.

MENDES, A.C.; TRUCKENBRODT, W. Proveniência de arenitos albianos (Grupo Itapecuru), borda leste da bacia de São Luís-Grajaú, Maranhão, usando análise de minerais pesados e química mineral. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, sér. Ciências Naturais 4: 57-74, 2009.

MESNER, J.C.; WOOLDRIDGE, L.C.P. **The Maranhão Basin Study Revision**. Belém: PETROBRAS, 1962.

- \_\_\_\_\_. (1964). Maranhão Paleozoic basin and Cretaceous coastal basins, north Brazil. **Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists**, v. 48, n. 9, p. 1475–1512.
- MEYLAN, P.A. Skeletal morphology and relationships of the Early Cretaceous side-necked turtle, *Araripemys barretoii* (Testudines: Pelomedusoides: Araripemydidae) from the Santana Formation of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 16, n. 1, p. 20-33, 1996.
- MEZZALIRA, S. Contribuição ao Conhecimento da Estratigrafia e Paleontologia do Arenito Bauru. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, v. 51, p. 1-163, 1974.
- MILANI E.; DAVISON I. Basement control and transfer tectonics in the Recôncavo-Tucano-Jatobá rift, Northeast Brazil. **Tectonophysics**, v. 154, p. 41-70, 1998.
- MIRANDA, M.C.C.; ROSSETTI, D.F. Reconstituição paleoambiental de depósitos albianos na borda leste da bacia de Grajaú, MA. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, p. 623-635, 2006
- MOHR, B.A.R.; EKLUND, H. Araripiaflorifera, a magnoliid angiosperm from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 126, p. 279-292, 2003
- NASCIMENTO, M.S.; GÓES, A.M. Petrografia de arenitos e minerais pesados de depósitos cretáceos (Grupo Itapecuru), Bacia de São Luís-Grajaú, norte do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, p. 50-63, 2007.
- NEUMANN, V.H.M.L. **Estratigrafia, sedimentologia, geoquímica y diagénesis de los sistemas lacustres Aptienses-Albienses de la Cuenca de Araripe (Noroeste do Brasil)**. 1999. 233 f. Tese de Doutorado (Análise de Bacias, Geomorfologia e Paleontologia) – Facultad de Geología, Universtitat de Barcelona. Barcelona.
- NEUMANN, V.H.; ASSINE, M.L. Stratigraphic Proposal to the Post-Rift I Tectonic-Sedimentary Sequence of Araripe Basin, Northeastern Brazil. In: STRATI 2015, Graz. **Abstracts of the 2nd International Congress on Stratigraphy**. Graz: Ber. Inst. Erdwiss. K. F. Univ., 2015, v. único, p. 274.
- NEUMANN, V.H.M.L. et al. Organic matter composition and distribution through the Aptian – Albian lacustrine sequences of the Araripe Basin, northeastern Brazil. **International Journal of Coal Geology**, v. 54, n. 1, p. 21-40, 2003.
- NOE-NYGAARD, N. et al. Bivalve mass mortality caused by toxic dinoflagellate blooms in a Berriasian-Valanginian Lagoon, Bornholm, Denmark. **Palaios**, v. 2, p. 263-273, 1987.
- OLSON, E.C. Size frequency distributions in samples of extinct organisms. **Journal of Geology**, v. 65, p. 309-333, 1957.
- ORTMANN, A.E. Correlation of shape and station in fresh-water mussels (naiades). **Proceedings of the American Philosophical Society**, v. 59, p. 269-312, 1920.
- PAN, Y. et al. Taphonomy of Early Cretaceous freshwater bivalve concentrations from the Sihetun area, western Liaoning, NE China. **Cretaceous Research**, v. 34, p. 94-106, 2012.
- PARRAS, A.; GRIFFIN, M. Late Cretaceous (Campanian/Maastrichtian) freshwater to restricted marine mollusc fauna from the Loncoche Formation, Neuquén Basin, western central Argentina. **Cretaceous Research**, v. 40, p. 190-206, 2013.
- PAULA-FREITAS, A.B.L.; BORGHI, L. Estratigrafia de alta resolução do intervalo siliciclástico aptiano da Bacia do Araripe. **Geociências**, v. 30, p. 529-543, 2011.
- PEREIRA, P.A. et al. Cassiopidae gastropods, influence of Tethys Sea of the Romualdo Formation (Aptian-Albian), Araripe Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 70, p. 211-233, 2016.

PIECHOCKI, A. Obserwacje biologiczne nad małżami z rodziny Unionidae w rzece Grabi (Biological observations on bivalves from the family Unionidae in Grabia River). **Acta Hydrobiologica**, v. 11, n. 1, p. 57-67, 1969.

PINHEIRO, A.P. et al. Shrimps from the Santana Group (Cretaceous: Albian): new species (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) and new record (Crustacea: Decapoda: Caridea). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 2, p. 663-670, 2014.

PONTE, F.C.; PONTE-FILHO, F.C. **Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe**. Recife, DNPM, 1996.

PRADO, L.A.C. et al. Taphonomic and paleoenvironmental considerations for the concentrations of macroinvertebrate fossils in the Romualdo Member, Santana Formation, Late Aptian-Early Albian, Araripe Basin, Araripina, NE, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 62, p. 218-228, 2015.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023.

REESIDE, L.F. Jr. Nonmarine pelecypod (*Nippononaia asinaria*) from the Lower Cretaceous of Colorado. **Journal of Paleontology**, v. 31, p. 651-653, 1957.

REIS M.A.F. 2007. Dados palinológicos da Formação Marizal da Bacia do Recôncavo, Nordeste do Brasil. In: CARVALHO, I. et al. (Orgs.). **Paleontologia: Cenários de Vida**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, p. 229-573, 2007.

RIBEIRO, A.C. et al. Towards an actualistic view of the Crato Konservat-Lagerstätte paleoenvironment: A new hypothesis as an Early Cretaceous (Aptian) equatorial and semi-arid wetland. **Earth-Science Reviews**, v. 216, p. 103573, 2021.

RODRIGUES, M.G. et al. Short-lived "Bakevelliid-sea" in the Aptian Romualdo Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil. **Cretaceous Research**, v. 115, p. 10455, 2020.

\_\_\_\_\_. (2022). High-resolution taphonomy and sequence stratigraphy of internally complex, bakevelliid-dominated coquinas from the Aptian Romualdo Formation, Araripe Basin, NE Brazil. **Marine and Petroleum Geology**, v. 143, p. 105814.

ROMANO, P.S.R. et al. New information about *Pelomedusoides* (Testudines: Pleurodira) from the Cretaceous of Brazil. In: BIRKMAN, D.B. et al. (Eds.). **Morphology and Evolution of Turtles**. Dordrecht: Springer, 2013.

ROSA, M.C. et al. Transtensional tectonics during the Gondwana breakup in northeastern Brazil: Early Cretaceous paleostress inversion in the Araripe Basin. **Tectonophysics**, v. 846, p. 229666, 2023.

ROSSETTI, D.F; GÓES, A.M. Caracterização Paleoambiental de Depósitos Albianos da borda sul da Bacia de São Luís-Grajaú: Modelo de delta fluvial influenciado por tempestade. **Revista Brasileira Geociências**, v. 33, p. 299-312, 2003.

RUDIS, B. **hrbrthemes: Additional Themes, Theme Components and Utilities for 'ggplot2'**, 2021.

SANTANA, W. et al. A new fossil caridean shrimp (Crustacea: Decapoda) from the Cretaceous (Albian) of the Romualdo Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. **Zootaxa**, v. 3620, n. 2, p. 293-300, 2013.

SANTOS, R.S. Ambiente deposicional da Formação Santana – Chapada do Araripe (PE/PI/CE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982, Salvador. **Anais...** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1982, p. 1413-1426.

SANTOS, R.S.; VALENÇA, J.G. A Formação Santana e sua Paleoiçtiofauna. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 40, n. 3, p. 336-360, 1968.

SAVAZZI, E. Geometric and functional constraints on bivalve shell morphology. **Lethaia**, v. 20, p. 293-306, 1987.

SCHERER, C.M.S. et al. Facies architecture and sequence stratigraphy of an early post-rift fluvial succession, Aptian Barbalha Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 322, p. 43-62, 2015.

SCHWALB, A.N.; PUSCH, M.T. Horizontal and vertical movements of unionid mussels in a lowland river. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 26, p. 261-272, 2007.

SEELING, J. **Palaeontology and biostratigraphy of the macroinvertebrate fauna of the Cenomanian-Turonian transition of the Sergipe Basin, northeastern Brazil – with systematic descriptions of bivalves and echinoids**. 1999. 163 f. Tese de Doutorado (Ciências) – Geologisch-Paläontologisches Institut Ruprecht-Karl-Universität Heidelberg, Heidelberg, 1999.

SEELING, J.; BENGTON, P. Cenomanian oysters from the Sergipe Basin, Brazil. **Cretaceous Research**, v. 20, n. 6, p. 747-765, 1999.

\_\_\_\_\_. (2003a). The bivalve *Pinna* cretacea (Schlotheim, 1813) from the Cretaceous of Brazil. **Acta Paleontologica Polonica**, v. 48, p. 475-480.

\_\_\_\_\_. (2003b). The Late Cretaceous bivalve *Didymotis* Gerhardt, 1897 from Sergipe, Brazil. **Paläontologische Zeitschrift**, v. 77, p. 153-160.

SEILACHER, A. Bivalve Morphology and Function. **Studies in Geology, notes for a short course**, v. 13, p. 88-101, 1985.

SHA, J.G. Plicatounio from Hekou formation of Hekou Basin, Ninghua, Fujian with discussion on classification of Plicatounionidae. **Acta Paleontologica Sinica**, v. 29, p. 472-489, 1990.

\_\_\_\_\_. (1993). *Trigonioides* from Hekou formation of Hekou Basin, Ninghua Prefecture, Fujian Province, with special remarks on the classification of Trigonioididae. **Acta Paleontologica Sinica**, v. 32, p. 285-303.

\_\_\_\_\_. (2007). Cretaceous trigonioidid (non-marine Bivalvia) assemblages and biostratigraphy in Asia with special remarks on the classification of Trigonioidacea. **Journal of Asian Earth Sciences**, v. 29, p. 62-83.

\_\_\_\_\_. (2010). Historical distribution patterns of trigonioidids (non-marine Cretaceous bivalves) in Asia and their palaeogeographic significance. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 277, p. 277-283.

SILVA, A.L.; NEUMANN, V.H. Formação Crato da Bacia do Araripe: um reservatório análogo ao calcário Trairí (Formação Paracuru), Bacia do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS, 2, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Natal: Associação Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás. p. 31-36.

SILVA O.B. Bacia do Recôncavo. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 5, n. 2, p. 423-431, 2007.

SILVA, V.R. **Sistemática dos Bivalves (Mollusca) da Formação Crato (Eocretáceo), NE do Brasil e seu significado paleoambiental**. 2019. 167 f. Dissertação de Mestrado (Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

SILVA, V.R et al. *Cratonaia novaolindensis* gen. et. sp. nov. (Unionida, Silesunionoidea) from the Aptian of Brazil (Araripe Basin), and its implications for the early evolution of freshwater mussels. **Cretaceous Research**, v. 107, p. 104275, 2020a.

\_\_\_\_\_. (2020b). New freshwater mussels (*Bivalvia*, Unionida) with potential trigonioidid and hyriid affinities from the Early Cretaceous of Brazil. **Geobios**, v. 61, p. 41-51.

\_\_\_\_\_. (2024). A new condensed freshwater-brackish water bivalve-dominated assemblage in the Aptian Crato Formation, Araripe Basin, NE Brazil and its paleoenvironmental significance. **Cretaceous Research**, v. 154, p. 105748.

SIMONE, L.; MEZZALIRA, S. Fossil molluscs of Brazil. **Boletim do Instituto Geológico**, v. 11, p. 1-202, 1994.

SKAWINA, A. Experimental decay of gills in freshwater bivalves as a key to understanding their preservation in Late Triassic lacustrine deposits. **Palaios**, v. 25, p. 215-220, 2010.

\_\_\_\_\_. (2013). Population dynamics and taphonomy of the Late Triassic (Carnian) freshwater bivalves from Krasiejów (Poland). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 379-380, p. 68-80.

SKAWINA, A.; DZIK, J. Umbonal musculature and relationships to the Late Triassic filibranch unionoid bivalves. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 163, p. 863-883, 2011.

SOUSA DA MATA, L. et al. Shell shape variation in Amazonian freshwater mussels (Unionida: Hyriidae: Hyriini). **Journal of Molluscan Studies**, p. 1-12, 2019.

STANLEY, S.M. Relation of shell form to life habits of the *Bivalvia* (Mollusca). **Geological Society of America, Memoir**, v. 125, p. 1-296, 1970.

\_\_\_\_\_. (1972). Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve mollusks. **Journal of Paleontology**, v. 46, p. 165-212.

\_\_\_\_\_. (1981). Infaunal survival: alternative functions of shell ornamentation in the *Bivalvia* (Mollusca). **Paleobiology**, v. 7, p. 384-393.

TAMURA, L.N. et al. Ground Penetrating Radar investigation of depositional architecture: the São Sebastião and Marizal formations in the Cretaceous Tucano Basin (Northeastern Brazil). **Brazilian Journal of Geology**, v. 46, n. 1, p. 15-27, 2016.

THOMAS, R.D.K. Shell form and the ecological range of living and extinct Arcoida. **Paleobiology**, v. 4, p. 181-194, 1978.

\_\_\_\_\_. (1988). Evolutionary convergence of bivalved shells: a comparative analysis of constructional constraints on their morphology. **American Zoologist**, v. 28, p. 267-276.

THOMPSON, D.L.; STILWELL, J.D. Early Aptian (Early Cretaceous) freshwater bivalves from the Australian-Antarctic rift, southeast Victoria. **Alcheringa**, v. 34, p. 345-357, 2010.

TIETZE, E. et al. Mollusk communities differ between microenvironments between a shallow lake in the Pampean Region, Argentina. **Ecología Austral**, v. 29, p. 1-11, 2019.

TOMAŠOVÝCH, A. Postmortem durability and population dynamics affecting the fidelity of brachiopod size-frequency distributions. **Palaios**, v. 19, p. 477-496, 2004.

TUMPEESUWAN, S. et al. A new species of *Pseudohyria* (*Matsumotoina*) (*Bivalvia*: *Trigonioidoidea*) from the Early Cretaceous Sao Khua Formation, Khorat Group, northeastern Thailand. **Tropical Natural History**, v. 10, p. 93-106, 2010.

VALLEJO, J.D. et al. Palynofacies analyses of Santana Group, upper Aptian of the Araripe Basin, northeast Brazil: Paleoenvironmental reconstruction. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 121, p. 104154, 2023.

VAN DAMME, D. et al. A revision of the Mesozoic naiads (Unionoida) of Africa and the biogeographic implications. **Earth-Science Reviews**, v. 147, p. 141-200, 2015.

VAREJÃO, F.G. **Abordagem multi-indicadores do sistema misto carbonático-siliciclástico da Formação Crato**: Evolução sedimentar, pelogeografia e tectônica. 2019. 203 f. Tese de doutorado (Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

VAREJÃO, F.G. et al. Upper Aptian mixed carbonate-siliciclastic sequences from Tucano Basin, Northeastern Brazil: implications for paleogeographic reconstruction following Gondwana break-up. **Cretaceous Research**, v. 67, p. 44-58, 2016.

\_\_\_\_\_. (2019a). Exceptional preservation of soft tissues by microbial entombment: insights into the taphonomy of the Crato Konservat-Lagerstätte. **Palaios**, v. 34, p. 331-348.

\_\_\_\_\_. (2019b). Microbialite fields developed in a protected rocky coastline: The shallow carbonate ramp of the Aptian Romualdo Formation (Araripe Basin, NE Brazil). **Sedimentary Geology**, v. 389, p. 103-120.

\_\_\_\_\_. (2021a). The Caldas Bed: a regional marker bed in the Crato Formation (Araripe Basin, NE Brazil). **Brazilian Journal of Geology**, v. 51, n. 1, p. e2020009.

\_\_\_\_\_. (2021b). Mixed siliciclastic-carbonate sedimentation in an evolving epicontinental sea: Aptian record of marginal marine settings in the interior basins of north-eastern Brazil. **Sedimentology**, v. 68, n. 5, p. 2125-2164.

VAZ, P.T. et al. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 253-263, 2007.

VIANA, C.F. et al. Revisão estratigráfica da Bacia do Recôncavo-Tucano. **Boletim Técnico da PETROBRÁS**, v. 14, n. 3/4, p. 157-192, 1971.

VILA NOVA, B.C. et al. Controlled excavations in the Romualdo Formation Lagerstätte (Araripe Basin, Brazil) and pterosaur diversity: remarks based on new findings. **PALAIOS**, v. 26, n. 3, p. 173-179, 2011.

WAKE, D.B. Homoplasy, homology, and the problem of “sameness” in biology. **Novart Fdn Symp**, v. 222, p. 24-46, 1999.

WALKER, S.E. Below the sediment-water-interface: a new frontier in taphonomic research. **Palaios**, v. 16, p. 1-2, 2001.

WARREN, L.V. et al. Stromatolites from the Aptian Crato Formation, a hypersaline lake system in the Araripe Basin, northeastern Brazil. **Facies**, v. 36, p. 1-19, 2017.

WATTERS, G.T. Form and function of unionoidean shell sculpture and shape (Bivalvia). **American Malacological Bulletin**, v. 11, n. 1, p. 1-20, 1994.

WHITE, C.A. Contribuições à paleontologia do Brasil. **Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, v. 7, p. 1-273, 1887.

WICKHAM, H. **ggplot2**: Elegant graphics for Data Analysis. New York: Springer-Verlag, 2016.

WICKHAM, H. et al. Welcome to the tidyverse. **Journal of Open Source Software**, v. 4, n. 43, p. 1686, 2019.

\_\_\_\_\_. (2023). **dplyr**: A Grammar of Data Manipulation.

WILKE, C.O. **ggtext**: Improved Text Rendering Support for 'ggplot2', 2022.

WRIGHT, V.P. et al. Testing whether early diagenesis of skeletal carbonate is different in non-marine settings: Contrasting styles of molluscan preservation in the Upper Jurassic of Portugal. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 492, p. 1-9, 2018

ZACARÍAS, I.A. et al. Taphonomic analysis of an autochthonous fossil concentration in Jurassic lacustrine deposits of Patagonia, Argentina. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 514, p. 265-281, 2019.

ZAJAC, K. et al. What can we infer from the shell dimensions of the thick-shelled river mussel *Unio crassus*? **Hydrobiologia**, v. 810, p. 415-431, 2017.

ZIERITZ, A. et al. Variability, function and phylogenetic significance of periostracal microprojections in unionoid bivalves (Mollusca). **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, v. 49, p. 6-15, 2011.