

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

TAFONOMIA DE ALTA RESOLUÇÃO DA CAMADA AMARGOSA, FORMAÇÃO MARIZAL, CRETÁCEO INFERIOR, SUB-BACIA DO TUCANO CENTRAL, BAHIA: IMPLICAÇÕES PARA A DINÂMICA PALEOAMBIENTAL E PALEOECOLÓGICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

TALITA GABRIELA LUCAS DE SOUZA

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELLO GUIMARÃES SIMÕES

COORIENTADORA: DRA. SUZANA APARECIDA MATOS DA SILVA

Rio Claro – SP

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

TALITA GABRIELA LUCAS DE SOUZA

TAFONOMIA DE ALTA RESOLUÇÃO DA CAMADA AMARGOSA,
FORMAÇÃO MARIZAL, CRETÁCEO INFERIOR, SUB-BACIA DO
TUCANO CENTRAL, BAHIA: IMPLICAÇÕES PARA A DINÂMICA
PALEOAMBIENTAL E PALEOECOLÓGICA

Dissertação de Mestrado 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 Mestre em Geociências e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões

Coorientadora: Dra. Suzana Aparecida Matos da Silva

Rio Claro – SP

2022

S729t

Souza, Talita Gabriela Lucas de

Tafonomia de alta resolução da Camada Amargosa, Formação Marizal, Cretáceo Inferior, Sub-bacia do Tucano Central, Bahia: implicações para a dinâmica paleoambiental e paleoecológica / Talita Gabriela Lucas de Souza. -- Rio Claro, 2022

169 f. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientador: Marcello Guimarães Simões

Coorientadora: Suzana Aparecida Matos

1. Fossilização excepcional. 2. Paleoambiente. 3. Aptiano. 4. Formação Marizal. 5. Depósito lacustre. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

TALITA GABRIELA LUCAS DE SOUZA

TÍTULO TAFONOMIA DE ALTA RESOLUÇÃO DA CAMADA
AMARGOSA, FORMAÇÃO MARIZAL, CRETÁCEO INFERIOR, SUB-
BACIA DO TUCANO CENTRAL, BAHIA: IMPLICAÇÕES PARA A
DINÂMICA PALEOAMBIENTAL E PALEOECOLÓGICA

Dissertação de Mestrado 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 Mestre em Geociências e Meio
Ambiente.

Comissão Examinadora

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

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

Prof. Dr. RENATO PIRANI GHILARDI
FC / UNESP/Bauru (SP)

Conceito: Aprovado.

Rio Claro/SP, 07 de janeiro de 2022

AGRADECIMENTOS

A realização da presente pesquisa de mestrado só foi possível graças às contribuições de diversas pessoas e instituições:

Ao Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões, pela excelente orientação, discussões, ensinamentos compartilhados, confiança, estímulo e envolvimento com o projeto de pesquisa;

À Dra. Suzana Aparecida Matos da Silva (IBB/UNESP), coorientadora, pelas colaborações nos trabalhos de campo e gabinete, discussões e sugestões, pelo apoio e paciência durante todo o período do projeto;

Ao Prof. Dr. Filipe Giovanini Varejão (UFOP) e a geóloga Me. Mariza Gomes Rodrigues (IGCE/UNESP), pelas colaborações nos trabalhos de campo e interpretações, pelo auxílio e discussões;

Aos professores Dr. Mario L. Assine (IGCE/UNESP), Dr. Lucas Veríssimo Warren (IGCE/UNESP) e, em especial, ao Dr. Bernardo Tavares Freitas (Fac. de Tecnologia, Unicamp), pelos dados de campo, pela colaboração científica e informações essenciais referentes ao projeto, e em diversas etapas da pesquisa;

Ao Prof. Dr. Ismar de Souza Carvalho (IG/UFRJ), pela contribuição com literatura e exame de fósseis (Spinicaudata), e outras informações adicionais acerca do Cretáceo do nordeste brasileiro e a disponibilidade na participação da minha banca de qualificação e defesa, pelas discussões e sugestões;

Ao Prof. Dr. Alexandre Cunha Ribeiro (Depto. de Biologia e Zoologia, UFMT), pelo auxílio com informações referentes a questões taxonômicas dos peixes fósseis da Camada Amargosa;

À Profa. Dra. Sabrina Coelho Rodrigues (UFU) pela disponibilidade na participação da minha banca de qualificação, pelas discussões e sugestões;

Ao Prof. Dr. Renato Pirani Ghilardi (FC/UNESP/Bauru) pela disponibilidade na participação da minha banca de defesa, pelas discussões e sugestões;

À Dra. Marcia A. Fernandes dos Reis Polck, pela cooperação com informações passadas de sua tese de doutoramento e outros artigos referentes aos fósseis da Bacia de Tucano;

Aos colegas de Laboratório de Paleozoologia Evolutiva do Instituto de Biociências da UNESP Botucatu, que cooperaram de diversas formas;

Ao Programa de Geociências e Meio Ambiente IGCE/UNESP, pelo apoio acadêmico e financeiro à realização deste projeto;

Ao Instituto de Biociências IBB/UNESP, Câmpus de Botucatu, e Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Câmpus de Rio Claro, onde, formalmente, a pesquisa é conduzida;

Em especial, agradeço a minha família pelo apoio e incentivos aos meus estudos e pesquisas;

Finalmente, o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001;

Apoio financeiro parcial também fornecido pelos projetos CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; 401039/2014-5 e 30017/2015-3).

RESUMO

Nesta dissertação, reportamos a biota da Camada Amargosa, como pertencente a um novo depósito do tipo *Konservat-Lagerstätte*, do Cretáceo Inferior, da Formação Marizal, Sub-Bacia do Tucano Central, NE do Brasil. A análise de uma seção colunar de detalhe, com aproximadamente 4 metros de espessura, próximo à Vila Amargosa, Euclides da Cunha, Bahia, revelou uma sucessão de argilitos bem laminados, lamitos, siltitos e arenitos muito finos. Os fósseis estão restritos ao intervalo inferior da seção, com aproximadamente 1 metro de espessura, onde sete níveis (N0-N6), com atributos sedimentológicos e tafonômicos distintos foram reconhecidos. Estes contêm ostracodes, “conchostráceos”, camarões palaemonídeos, peixes e restos de plantas. Os fósseis ocorrem em alta concentração em pelo menos quatro níveis (N2, N3, N5, N6), formando assembleias politípicas dominadas por um grupo particular de fósseis. Exceto no caso dos ostracodes, que formam pavimentos densos com menos de um milímetro de espessura, os fósseis estão dispersos ou fracamente empacotados e sem orientação preferencial na matriz sedimentar. Da base para o topo, o primeiro nível ricamente fóssilífero (N2) é dominado por carapaças de “conchostráceos” não fragmentadas, várias ainda articuladas, sugerindo condições de baixa energia e nenhum transporte hidráulico. O segundo nível (N3) é formado por espécimes de camarões lateralmente comprimidos, desarticulados, total ou parcialmente articulados e preservados como filmes carbonosos. Camarões total ou parcialmente articulados sugerem reduzido tempo de exposição na interface água-sedimento em fundos pobremente oxigenados. Peixes fósseis excepcionalmente preservados são comuns em dois níveis (N5-N6), na parte superior do intervalo fóssilífero estudado. Os indivíduos estão dispersos na matriz e lateralmente comprimidos, indicando a ausência de quantidades consideráveis de gases produzidos durante a decomposição e nenhuma reorientação das carcaças devido à flutuabilidade. Os peixes estão, em geral, totalmente articulados, alguns exibindo coluna vertebral ligeiramente curvada, nadadeiras e bocas abertas, provavelmente refletindo contrações musculares involuntárias (*i.e.*, tetania), devido à anoxia e/ou variações acentuadas na salinidade e pH das águas. As assembleias são formadas principalmente por elementos autóctones a parautóctones e a mistura temporal deve ter sido variável, porém, não muito extensa. Um atributo-chave dos níveis ricos em fósseis (*e.g.*, N3, N5, N6) é a preservação, como filmes carbonosos, de invertebrados com exoesqueleto fracamente biomineralizado e/ou órgãos com tecidos moles (*i.e.*, olhos de peixes), os quais são tipicamente propensos à rápida destruição pela necrólise, ataque de necrófagos e/ou bioturbação. A natureza politípica das assembleias fósseis, intercaladas com intervalos afossilíferos, sugere eventos de mortalidade

em massa, causados por mudanças abruptas na oxigenação (anoxia), salinidade, e pH das águas. Localmente, a natureza finamente laminada das rochas indica ausência de vida bentônica de infauna ou, pelo menos, que essa foi muito limitada nos fundos relativamente “profundos” e pobres em oxigênio do lago. Condições de anoxia e salinidade elevada, associadas ao clima semi-árido durante o Cretáceo Inferior podem ter desempenhado fatores essenciais para a preservação excepcional de alguns fósseis (camarões e peixes). Finalmente, os dados aqui apresentados fornecem um melhor entendimento da distribuição vertical dos grupos e dos processos tafonômicos associados à complexa gênese do intervalo fossilífero da Camada Amargosa na sua localidade tipo.

Palavras-chaves: Fossilização excepcional. Paleoambiente. Aptiano. Formação Marizal. Depósito lacustre.

ABSTRACT

Herein, we report the Amargosa Bed and associated biota, as a new Lower Cretaceous Konservat-Lagerstätte, from the virtually unfossiliferous, fluvial deposits of the Marizal Formation, Central Tucano Sub-Basin, NE Brazil. A detailed ~4-m-thick columnar section measured in outcrops near the Amargosa Village, Euclides da Cunha, Bahia, revealed a succession of well-laminated claystones, mudstones, siltstones, and very fine-grained sandstones. Fossils are not found across the entire bed, instead, they are restricted to its lower ~1-m-thick interval, where seven bedding planes (L0-L6) with distinct sedimentological and taphonomical attributes were identified. These contain ostracods, spinicaudatan carapaces, palaemonid shrimp, fish, and comminuted plant remains. Fossils occur in high concentration in at least four bedding planes (L2, L3, L5, L6), forming polytypical assemblages that are, however, dominated by one group of fossils. Except in the case of the ostracod molds that form sub-millimeter-thick, dense pavements, the fossils are typically dispersed to loosely packed in and randomly oriented the matrix. From the base to the top, the first fossil-rich bedding plane (L2) are mainly dominated by non-fragmented, spinicaudatan carapaces, various articulated, suggesting low energy bottom conditions and no hydraulic transport. The second fossil-rich level (L3) is formed by disarticulated, as well as fully and partially articulated shrimp corpses, which are preserved as laterally compressed, brownish films. Fully articulated and partially articulated shrimp may suggest short term exposition at the sediment/water interface and preservation in oxygen-deficient bottoms. Fossil fish are common in two well-defined bedding planes (L5-L6) at the upper part of the fossil-rich sedimentary interval. These are laterally dispersed individuals, indicating the absence of considerable amounts of gases produced during decay, and no fish carcasses re-orientation due to buoyancy. Fish are mostly fully articulated, some showing slightly bent spinal column, flabellate fins, and open mouth, probably reflecting involuntary muscular contractions (*i.e.*, tetany) due to water anoxia, salinity, and/or alkalinity sharp variations. A key attribute of some fossil-rich strata (L3, L5, L6) is the preservation of light-biomineralized invertebrates and/or complete soft-tissue organs (*i.e.*, fish eye), as carbon films, which are typically prone to destruction due to rapid decay or bioturbation. The assemblages are formed mainly by autochthonous to parautochthonous elements, and the temporal mixing was variable, but limited, in general. The polytypical nature of those fossil-rich assemblages, interbedded with unfossiliferous intervals suggests mass mortality events, probably caused by abrupt changes in water oxygenation (anoxia), salinity, and pH. The finely laminated nature of the claystone, siltstone, and mudstone indicates that benthic infaunal life

was absent or very scarce in a locally, relatively deep, oxygen-poor lake bottom. Anoxia and high salinity linked with local semi-arid conditions during the Lower Cretaceous may have played key roles in the exceptional preservation of some fossils (shrimps, fish). Finally, our data provide a more comprehensive understanding of the temporal distribution of taxa and taphonomic processes associated with the complex genesis of the fossil-bearing interval of the Amargosa Bed in its type locality.

Keywords: Exceptional fossilization. Paleoenvironment. Aptian. Marizal Formation. Lacustrine Deposit.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 <i>Objetivos e problemática envolvida.....</i>	<i>16</i>
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
2.1 <i>Atividades de campo.....</i>	<i>17</i>
2.2 <i>Observações tafonômicas e sedimentológicas.....</i>	<i>23</i>
2.3 <i>Dados faunísticos e preparação dos fósseis.....</i>	<i>25</i>
3. RESULTADOS.....	30
3.1 <i>Sucessão sedimentar.....</i>	<i>30</i>
3.2 <i>Padrão de distribuição dos fósseis.....</i>	<i>31</i>
3.3 <i>Arcabouço tafonômico: preservação dos fósseis.....</i>	<i>34</i>
3.4 <i>Orientação em planta.....</i>	<i>39</i>
3.5 <i>Spinocaudata (“conchostráceos”): distribuição das frequências de tamanho e linhas de crescimento.....</i>	<i>40</i>
4. DISCUSSÕES.....	41
4.1 <i>Ambiente deposicional.....</i>	<i>41</i>
4.2 <i>Distribuição vertical dos fósseis e padrão de preservação.....</i>	<i>43</i>
4.3 <i>Tafonomia dos ostracodes.....</i>	<i>45</i>
4.4 <i>Tafonomia dos “conchostráceos” (Spinicaudata).....</i>	<i>45</i>
4.5 <i>Tafonomia dos camarões palaemonídeos.....</i>	<i>50</i>
4.6 <i>Tafonomia dos peixes.....</i>	<i>53</i>
5. CONCLUSÕES.....	57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
APÊNDICES.....	66
<i>APÊNDICE A- Dados tafonômicos brutos para os diferentes grupos estudados...66</i>	
<i>APÊNDICE B- High-resolution taphonomy of the Lower Cretaceous “Amargosa Biota”, Central Tucano Sub-Basin, Bahia, Brazil: implications for the paleoenvironmental dynamics of a new Konservat-Lagerstätte.....91</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização da região estudada. A. Mapa mostrando as principais vias de acesso ao Vilarejo de Amargosa (seta preta), Camada Amargosa, na área de Tucano-Euclides da Cunha, Bahia. Modificado da Secretaria de Infraestrutura, 1:750.000, Estado da Bahia, 2018. B. Imagem do Google Earth (data:26/10/2021) indicando os três afloramentos contendo os fósseis estudados nas proximidades do Vilarejo de Amargosa.....15
- Figura 2.** Mapa geológico e coluna estratigráfica da Formação Marizal, Cretáceo Inferior. A. Mapa mostrando as bacias do sistema *Rift* Recôncavo-Tucano-Jatobá, com a localização do afloramento estudado em destaque (estrela), modificado de Freitas *et al.* (2017). B. Seção colunar da Formação Marizal mostrando a posição estratigráfica da Camada Amargosa, na parte superior do Membro Banzaê. C. Detalhe da sucessão sedimentar da Camada Amargosa na Bacia do Tucano, segundo Freitas *et al.* (2017) e Varejão *et al.* (2019). Os afloramentos estudados estão localizados na Bacia do Tucano Central. Explicação: CA., Camada Amargosa; Fm., Formação; Mb., Membro; A., Argilito; Si., Siltito; Ar., arenito; Af., arenito fino; Am., Arenito médio; Ag., arenito grosso; C., conglomerado; M., mudstone; W., wackestone; G., grainstone; R., rudstone.....16
- Figura 3.** Detalhamento dos estratos fossilíferos da Camada Amargosa, Formação Marizal, Euclides da Cunha, Tucano Central, Bahia, mostrando: A. Estratos N5-N6. B. Contato entre N5 e N6, exibindo espécime relativamente grande de peixe. C. Estratos N1-N3. D. Intervalo afossilífero N4. E. Intervalo fossilífero N0, sobreposto aos arenitos do Membro Banzaê. A-C: Afloramento 1; D-E: Afloramento 3.....18
- Figura 4.** A. Exposição vertical mostrando as rochas profundamente intemperizadas do Afloramento 2, da Camada Amargosa, Formação Marizal, Euclides da Cunha, Bacia do Tucano Central, Bahia. Em decorrência da variação de cor é fácil distinguir os intervalos N4-N6 e as rochas subjacentes. B. Variação de cor e a laminação horizontal bem marcada dos intervalos (N0-N6), Afloramento 1. Escala gráfica: 1 cm.....19
- Figura 5.** Detalhe da exposição vertical da Camada Amargosa, Formação Marizal, Euclides da Cunha, Bacia do Tucano Central, Bahia, Afloramento 1. Explicação: A., argilito; Si., siltito; Af., arenito fino.....20
- Figura 6.** Principais grupos fósseis encontrados na Camada Amargosa, Formação Marizal, Bacia do Tucano Central, Bahia. A. Pequeno camarão carídeo, N2, DZP-21027A. B. Peixe *Clupavus brasiliensis* (Clupavidae), N6, DZP-21094. C. Restos de plantas incarbonizadas, L0, DZP-21742. D. Abundantes carapaças de “conchostráceos” (Spinicaudata), N2, DZP-21013A. E. Escama isolada de Ichthyodectiforme (provavelmente de *Ogunichthys triangularis*), N3, DZP-21080. F. Acumulação densa de ostracodes, N2, DZP-21032C. G. Acumulação de restos indeterminados de peixes (bromatolitos?), N5, DZP-21414. H-I. Discos de barita, N5, DZP-21422B, DZP-21922, respectivamente. Escalas: A-B, D-F=3mm; C, G, H-I=5mm.....24
- Figure 7.** Seção colunar mostrando a distribuição vertical restrita (pontos/estrelas pretos) dos principais grupos de fósseis nos níveis estratigráficos amostrados (N0-N6) na Camada Amargosa. Explicação: estrelas pretas indicam o grupo fóssil mais comum naquele nível estratigráfico. Explicação: A., argilito; Si., siltito; Af., arenito fino.....31
- Figure 8.** Principais grupos fósseis encontrados em N1, Camada Amargosa, Formação Marizal, Bacia do Tucano Central, Bahia. A. Estrato rico em escamas de peixe, DZP-21756. B. Camarão carídeo, DZP-21752. C. Carapaça de “conchostráceo”, DZP-21745. Escala: A=5mm; B-C=3mm.....32

Figura 9. Aspecto tafonômico das carapaças de “conchostráceos” (Spinicaudata), Camada Amargosa, Formação Marizal. Note que os espécimes estão completos, frouxamente empacotados na matriz sedimentar, comprimidos e associados a acumulações densas de ostracodes. A, C. Conchas de “conchostráceos” articuladas fechadas (setas pretas), N2, DZP-21024A e DZP-21013B, respectivamente. B. Espécime apresentando conchas articuladas abertas (setas pretas), N2, DZP-21032C. D. Carapaças de “conchostráceos” orientadas caoticamente, frouxamente empacotadas, desarticuladas, completas (não fragmentadas) e comprimidas, L2, DZP-21013 A. E. Histograma de frequência de tamanho para as carapaças de “conchostráceos” (Spinicaudata) dos lamitos amarelados de N2. Escalas: 3mm.....33

Figura 10. Peixes relativamente grandes (Ichthyodectiformes) em N5. A-B. Restos de peixes incluindo *Clupavus brasiliensis* (D). C-E. Detalhes dos peixes ilustrados em B. Escala: 1 cm..34

Figura 11. Aspectos tafonômicos dos camarões carídeos, Camada Amargosa, Formação Marizal. A. Espécime completo, totalmente articulado e flexionado, N2, DZP-21403. B. Espécime estendido, articulado parcialmente N3, DZP-21060B. C. Camarão completo, totalmente articulado, ligeiramente flexionado, N3, DZP-21016A. D. Espécime completo, parcialmente articulado, N3, DZP-21035. E. Carapaça isolada, N3, DZP-21560B. F. Segmentos abdominais isolados (setas pretas), e carapaças isoladas (setas pontilhadas), assim como restos diminutos indeterminados, N3, DZP-21029A. Escalas: 3mm.....37

Figura 12. Aspectos da tafonomia dos peixes completos ou quase completos, dos níveis 5-6, Camada Amargosa, Formação Marizal. Em alguns espécimes, certas partes anatômicas foram perdidas durante a coleta devido a fragilidade dos argilitos e siltitos laminados que estão altamente intemperizados (A-D e G). Note traços dos olhos preservados em A, C, E e F; a boca fechada nos espécimes A, C e F; a curvatura da coluna vertebral em B e D; as vértebras deslocadas no espécime F; e a nadadeira dorsal aberta nos espécimes A, G. Amostras: A. DZP-21809D (*Ogunichthys triangularis*); B- DZP-21086B (c.f. *Britoichthys marizalensis*); C- DZP-21096A (*Ogunichthys triangularis*); D- DZP-21097; E- DZP-21100 (*Britoichthys marizalensis*) ; F- DZP-21087 (*Britoichthys marizalensis*); G- DZP-21411 (*Britoichthys marizalensis*); H- DZP-21924B. Escalas: 3mm.....38

Figura 13. Aspectos da tafonomia de peixes; exemplos de vários graus de desarticulação, níveis 2, 5-6, Camada Amargosa, Formação Marizal. A. Espécime sem crânio, com vértebras e costelas desarticuladas, N5, DZP-21409A; B. Espécime completo, totalmente articulado, N6, *Clupavus brasiliensis*, DZP-21094; C, E. Pequenos segmentos da coluna vertebral, com vértebras ainda articuladas entre si, N6, DZP-21106 e DZP-21092, respectivamente. D. Nadadeira fechada, isolada, N6, DZP-21110 F. Vértebra isolada, N3, DZP-21032C. Escalas: 3mm.....39

Figura 14. Mapas paleogeográficos, indicando, localmente, o sistema lacustre de Amargosa (A, C), em sua localidade tipo e os respectivos blocos diagramas ilustrando os ciclos de granocrescência ascendente (N0-N4; B e N5-N6 ao lamito avermelhado sobrejacente; D). Explicação: TMB., trato de mar baixo; TT., trato transgressivo; TMA., trato de mar alto; TEQ., trato de estágio de queda.....43

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Composição fossilífera da Formação Marizal, segundo os dados da literatura, considerando as diferentes localidades conhecidas.....	21
Tabela 2 – Os níveis fossilíferos estudados e sua composição faunística, Camada Amargosa, Formação Marizal.....	23
Tabela 3 – Principais atributos tafonômicos, sedimentológicos e fóssil-diagnéticos dos “conchostráceos” amostrados no nível II, Camada Amargosa, Formação Marizal.....	27
Tabela 4 – Principais atributos sedimentológicos e fóssil-diagnéticos dos camarões amostrados no nível III, Camada Amargosa, Formação Marizal.....	27
Tabela 5 – Principais condições tafonômica das partes corporais dos camarões amostrados no nível III, Camada Amargosa, Formação Marizal.....	27
Tabela 6 – Principais atributos bioestratinômicos dos camarões fósseis amostrados no nível III, Camada Amargosa, Formação Marizal.....	28
Tabela 7 – Principais atributos sedimentológicos dos peixes fósseis amostrados nos níveis V, V-VI (contato) e VI, respectivamente, Camada Amargosa, Formação Marizal.....	28
Tabela 8 – Principais atributos bioestratinômicos dos peixes fósseis amostrados nos níveis V, V-VI (contato) e VI, respectivamente, Camada Amargosa, Formação Marizal.....	29
Tabela 9 – Condições tafonômicas das partes corporais dos peixes amostrados dos níveis V, V-VI (contato) e VI, respectivamente, da Camada Amargosa, Formação Marizal. Explicação: T., Total; N., Número; Indet., Indeterminado; Flab., Flabelada; Fech., Fechada; Desint., Desintegrada; Lev., Levemente; Fort., Fortemente; Queb., Quebrada.....	29
Tabela 10 – Relação entre o tamanho das valvas de “conchostráceos” e o número total de linhas de crescimento e a presença de linhas de crescimento aglomeradas na margem da concha, nível II de amostragem, Camada Amargosa, Formação Marizal.....	48
Tabela 11 – Atributos tafonômicos dos “conchostráceos” (N2), Camada Amargosa, e suas respectivas interpretações, segundo dados da literatura.....	49
Tabela 12 – Atributos tafonômicos dos camarões (N3), Camada Amargosa, e suas respectivas interpretações, segundo dados da literatura.....	52
Tabela 13 – Atributos tafonômicos dos peixes (N5 e N6), Camada Amargosa, e suas respectivas interpretações, segundo dados da literatura.....	55

1. INTRODUÇÃO

As bacias sedimentares do Cretáceo do nordeste do Brasil, tais como a do Araripe e do sistema de *rifts* do Recôncavo-Tucano-Jatobá (MAGNAVITA, 1992; MAGNAVITA *et al.*, 1994), dentre outras, têm sua gênese associada ao processo de desmantelamento do supercontinente Gondwana e a abertura do oceano Atlântico Sul (veja discussão recente em ASSINE *et al.*, 2016). A bacia sedimentar do Tucano estende-se para norte, a partir de seu limite sul com a Bacia do Recôncavo, até o Rio São Francisco (FREITAS, 2014). A extensão da bacia é da ordem de 400 km por aproximadamente 80 km de largura (FREITAS, 2014). O quadrilátero entre as cidades de Canudos e Jeremoabo, Bahia, na aresta setentrional e Tucano e Cipó, Bahia, na aresta meridional, encerra a chamada Sub-bacia do Tucano Central, sendo a aresta meridional o segmento do Rio Itapicuru (FREITAS, 2014). A área de estudo da presente dissertação de mestrado compreende parte desta sub-bacia, nas proximidades de Euclides da Cunha, Bahia (Fig. 1).

Na Bacia do Tucano, a sucessão sedimentar aptiana é atribuída, principalmente, à Formação Marizal, unidade dominada por depósitos silicilásticos fluviais, maioritariamente afossilíferos (FREITAS, 2014). Entretanto, na porção média da unidade, separando dois conjuntos fluviais distintos (membros Banzaê e Cícero Dantas, subjacente e sobrejacente, respectivamente) ocorre uma camada de argilitos e subordinadamente calcários, microbialitos e folhelhos, que se distribui lateralmente por centenas de quilômetros (Fig. 2). Essa camada, denominada Camada Amargosa (vide GHIGNONE, 1979; FREITAS, 2014; FREITAS *et al.*, 2017) é conhecida desde o início do século passado (MELO & OLIVEIRA, 1939). A Camada Amargosa é conhecida por sua riqueza fóssilífera, especialmente pela paleoictiofauna (SILVA-SANTOS, 1972; REIS, 2005; BRITO & ALVARADO-ORTEGA, 2008; ALVARADO-ORTEGA & BRITO, 2010; AMARAL & BRITO, 2012). Dados sedimentológicos e paleontológicos, especialmente das ocorrências na Sub-bacia do Tucano Sul, sugerem que a Camada Amargosa registra a primeira ingressão marinha no interior do continente (FREITAS, 2014; FREITAS *et al.*, 2017). Porém, a despeito de sua extensão lateral e relativa homogeneidade litológica, dados preliminares de ocorrências na Sub-bacia do Tucano Central, sugerem que a Camada Amargosa, ao menos nesta porção da bacia, foi depositada sob condições lacustres (FREITAS, 2014).

Notavelmente, a presença de fósseis bem preservados nessa camada é conhecida desde Melo Jr. & Oliveira (1939), Roxo (1940), Barbosa (1950) e Beurlen (1950), porém elas ainda

não foram apropriadamente investigadas (veja exceções em SILVA-SANTOS, 1972; REIS, 2005; BRITO & ALVARADO-ORTEGA, 2008; ALVARO-ORTEGA & BRITO, 2010; AMARAL & BRITO, 2012) e informações estratigráficas e tafonômicas de detalhe ainda são desconhecidas. Por sua riqueza fossilífera e significado estratigráfico, a Camada Amargosa representa possibilidade única para acessar a paleobiodiversidade e a dinâmica paleoambiental reinante na Bacia do Tucano Central, durante parte do Aptiano, intervalo crítico da evolução das bacias sedimentares associadas à evolução da margem continental atlântica. Assim, na presente pesquisa as análises tafonômicas qualitativas e quantitativas são empregadas em associação com outras ferramentas de natureza sedimentológica e estratigráfica, para determinar as condições paleoambientais vigentes durante a deposição do intervalo fossilífero da Camada Amargosa, na Sub-bacia do Tucano Central, com a finalidade de verificar sua história deposicional, natureza continental ou marinha e entender a dinâmica paleoambiental e paleoecológica.

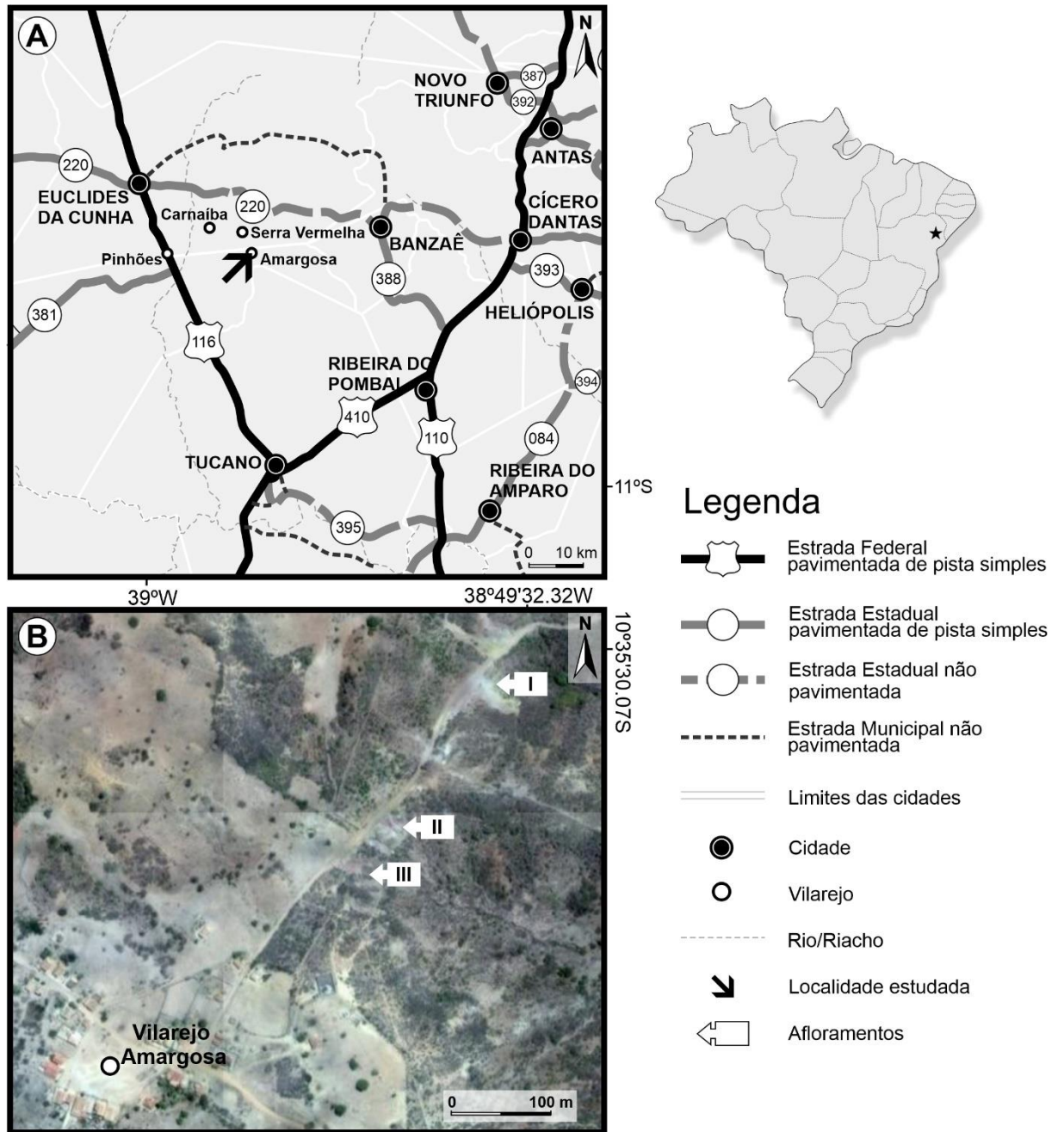


Figura 1- Mapa de localização da região estudada. A. Mapa mostrando as principais vias de acesso ao Vilarejo de Amargosa (seta preta), Camada Amargosa, na área de Tucano-Euclides da Cunha, Bahia. Modificado da Secretaria de Infraestrutura, 1:750.000, Estado da Bahia, 2018. B. Imagem do Google Earth (data:26/10/2021) indicando os três afloramentos contendo os fósseis estudados nas proximidades do Vilarejo de Amargosa.

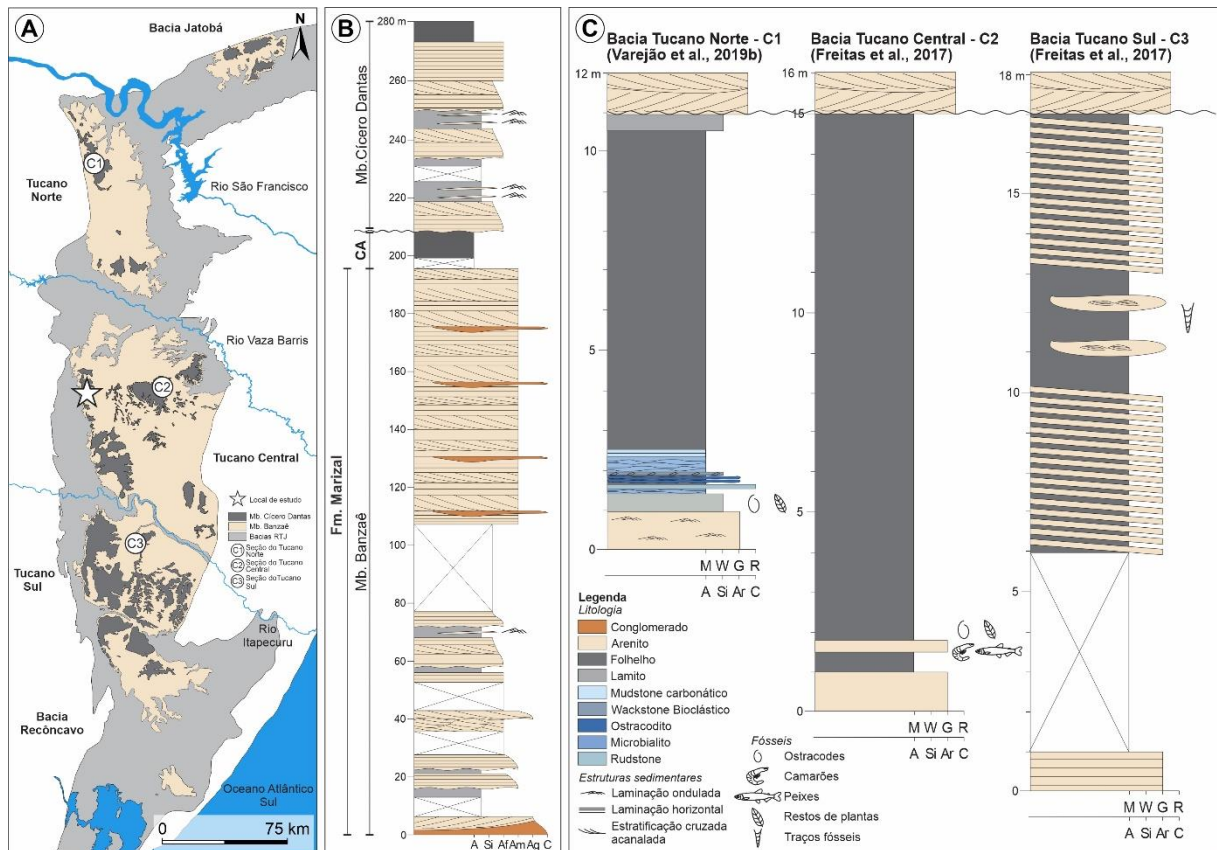


Figura 2- Mapa geológico e coluna estratigráfica da Formação Marizal, Cretáceo Inferior. A. Mapa mostrando as bacias do sistema *Rift* Recôncavo-Tucano-Jatobá, com a localização do afloramento estudado em destaque (estrela), modificado de Freitas *et al.* (2017). B. Seção colunar da Formação Marizal mostrando a posição estratigráfica da Camada Amargosa, na parte superior do Membro Banzaê. C. Detalhe da sucessão sedimentar da Camada Amargosa na Bacia do Tucano, segundo Freitas *et al.* (2017) e Varejão *et al.* (2019). Os afloramentos estudados estão localizados na Bacia do Tucano Central. Explicação: CA., Camada Amargosa; Fm., Formação; Mb., Membro; A., argilito; Si., siltito; Ar., arenito; Af., arenito fino; Am., arenito médio; Ag., arenito grosso; C., conglomerado; M., mudstone; W., wackestone; G., grainstone; R., rudstone.

1.1. Objetivos e problemática envolvida

O presente estudo visou, primariamente, a análise tafonômica, maiormente bioestratinômica, de alta resolução das assembleias fósseis ocorrentes na Camada Amargosa da Formação Marizal (senso FREITAS, 2014), Aptiano, Sub-bacia do Tucano Central, no Estado da Bahia, como base para o entendimento dos processos deposicionais e paleoambientes envolvidos na gênese dos estratos fossilíferos. A principal questão investigada envolveu a distribuição vertical dos fósseis e a história paleoambiental da Camada Amargosa, na região de Euclides da Cunha, Bahia. Nesta área as rochas fossilíferas estão bem expostas, embora profundamente intemperizadas. Uma das questões críticas investigadas diz respeito ao caráter da biota representada maiormente, por invertebrados (“conchostráceos”, camarões, ostracodes) e peixes, além de restos de plantas, e sua precisa distribuição estratigráfica ao longo do intervalo

fossilífero. Tais informações foram ainda relacionadas aos litótipos dos diferentes níveis identificados. A dissertação objetivou contribuir com dados que possam auxiliar a melhor compreensão da história deposicional da Camada Amargosa, na localidade de estudo, tendo a tafonomia como análise independente aos dados de natureza sedimentológica e estratigráfica disponíveis (vide FREITAS, 2014).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Atividades de campo

Três etapas de campo foram realizadas na Sub-bacia do Tucano Central, Estado da Bahia, no período de 2019 a 2021, na região do município de Euclides da Cunha, onde várias localidades fossilíferas cretáceas são conhecidas, (Figs. 1-2; Tabela 1). Durante os trabalhos de campo, atenção especial foi dada aos depósitos siliciclásticos de granulação fina da Camada Amargosa, que afloram às margens de estrada vicinal, próximo ao Vilarejo Amargosa (10°35'30.07''S; 38°49'32.32''O; Fig. 1). Nesta localidade, três afloramentos próximos um ao outro foram explorados e são aqui informalmente denominados de: (a) afloramento I (Figs. 1, 3A-C), (b) afloramento II (Figs. 1, 4A) e (c) afloramento III (Figs. 1, 3D-E). Porém, devido a acessibilidade e as condições de intemperismo dos sedimentos, os esforços de descrição, levantamento de dados e coleta de fósseis foram concentrados no afloramento I. Na área de estudo, as rochas da Formação Marizal, especialmente os da Camada Amargosa, estão profundamente intemperizadas (Fig. 4A). Portanto, durante as atividades de campo, foi necessário abrir trincheiras métricas para acessar as rochas frescas e amostrar os fósseis (Fig. 3A, C). As escavações foram feitas com cerca de 1m² a 1,20m² de área, abrangendo uma sucessão de folhelhos, lamitos, siltitos e arenitos finos da base da Camada Amargosa (Figs. 3, 4B). Independentemente da ocorrência de intervalos não fossilíferos ao longo da sucessão, pelo menos sete níveis foram identificados e amostrados, qualitativa e quantitativamente, usando pás, martelos, picaretas e talhadeiras (Fig. 5; Tabela 2). Os diferentes níveis amostrados, informalmente chamados de N0 a N6 (Figs. 4B-5; Tabela 2) foram identificados com base na natureza e dimensões dos grãos, estruturas sedimentares, conteúdo fossilífero e características diagenéticas. Observações sedimentológicas, tafonômicas e paleoecológicas foram feitas diretamente no campo, sempre que possível. Como os intervalos fossilíferos da Camada Amargosa são finamente laminados, foi necessária especial atenção para que os fósseis contados fossem originários de um mesmo plano de acamamento. Porém, em escala milimétrica é particularmente difícil garantir que todos os fósseis amostrados vieram da mesma lâmina.

Para cada nível, a composição taxonômica supragenérica, diversidade e abundância foram registradas. As amostras foram coletadas em campo seguindo os métodos tafonômicos descritos em Simões *et al.* (2010a, b), com especial atenção a sua orientação (topo e base) e os protocolos em Fürsich *et al.* (2007a, b), Pan *et al.* (2011, 2019), e Wang *et al.* (2019), para depósitos similares, ricos em fósseis e finamente laminados.

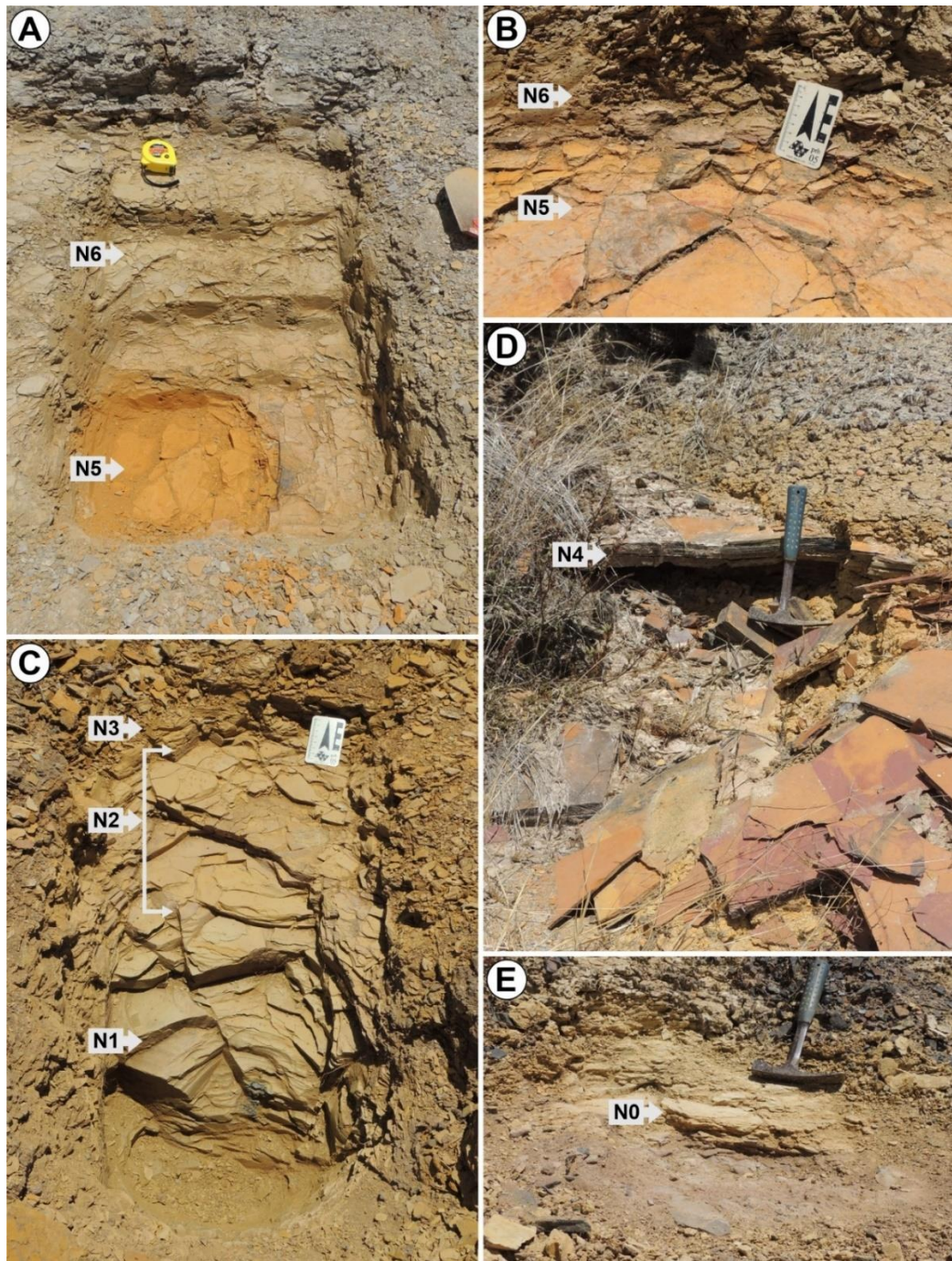


Figura 3. Detalhamento dos estratos fossilíferos da Camada Amargosa, Formação Marizal, Euclides da Cunha, Tucano Central, Bahia, mostrando: A. Estratos N5-N6. B. Contato entre N5 e N6, exibindo espécime relativamente grande de peixe. C. Estratos N1-N3. D. Intervalo afossilífero N4. E. Intervalo fossilífero N0, sobreposto aos arenitos do Membro Banzaê. A-C: Afloramento 1; D-E: Afloramento 3.

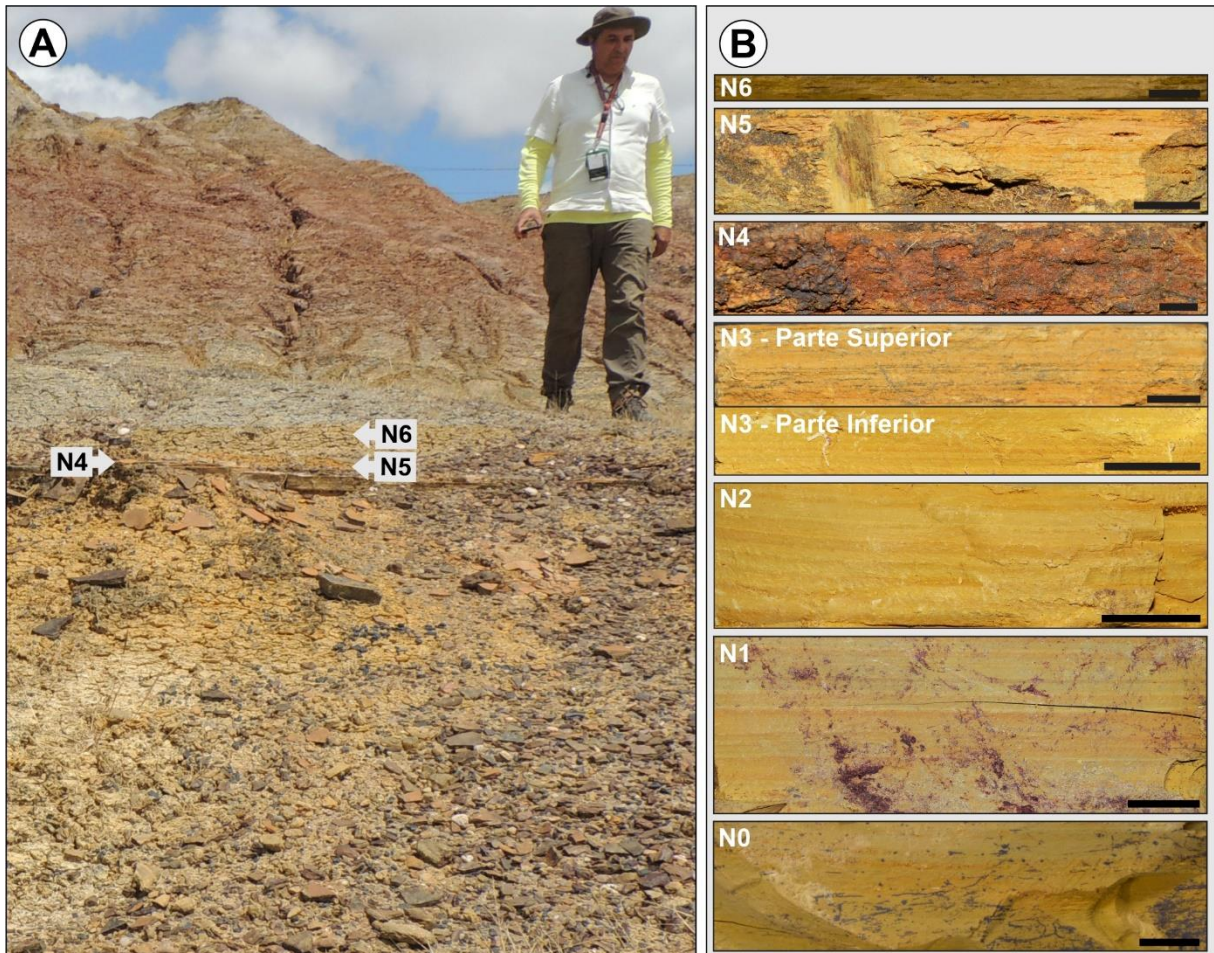


Figura 4. A. Exposição vertical mostrando as rochas profundamente intemperizadas do Afloramento 2, da Camada Amargosa, Formação Marizal, Euclides da Cunha, Bacia do Tucano Central, Bahia. Em decorrência da variação de cor é fácil distinguir os intervalos N4-N6 e as rochas sobrejacentes. B. Variação de cor e a laminação horizontal bem marcada dos intervalos (N0-N6), Afloramento 1. Escala gráfica: 1 cm.

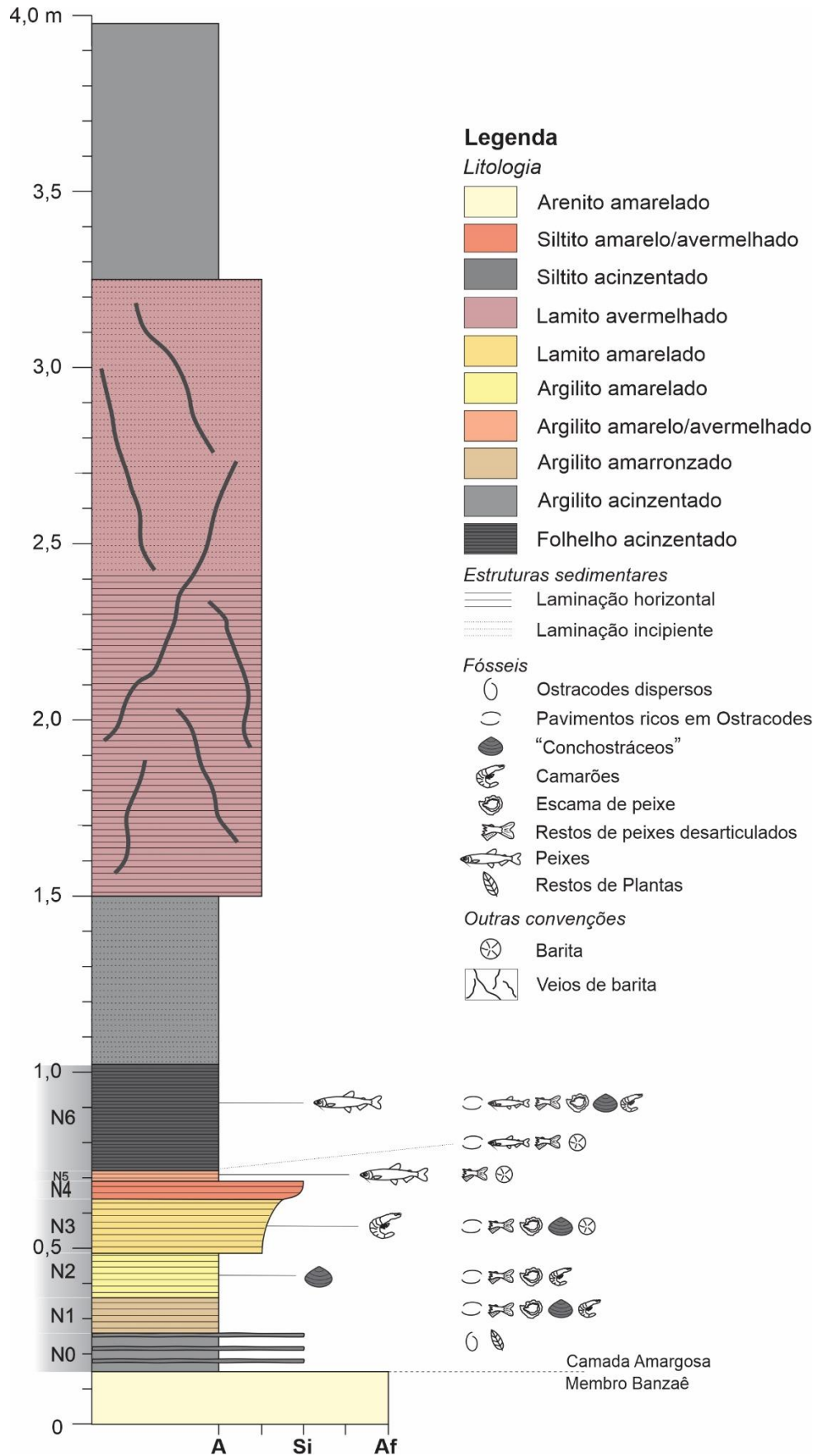


Figura 5. Detalhe da exposição vertical da Camada Amargosa, Formação Marizal, Euclides da Cunha, Bacia do Tucano Central, Bahia, Afloramento 1. Explicação: A., argilito; Si., siltito; Af., arenito fino.

Tabela 1- Composição fossilífera da Formação Marizal, segundo os dados da literatura, considerando as diferentes localidades conhecidas.

Localidade fossilífera	Litologia	Grupo Fóssil	Espécies	Fósseis associados	Estado de preservação	Interpretação	Referências
Cícero Dantas (Fm. Quatis)	argilito	camarões, "conchostráceos"	<i>Estheria</i>	-----	-----	água doce (talvez salobra)	Roxo (1940)
Cícero Dantas	siltito, arenito de granulação fina	plantas	<i>Otoxamites</i> sp., <i>Baiera</i> sp., <i>Sagenopteria</i> sp., <i>Pterophyllum</i> sp.	bivalves (<i>Anodonta</i> , <i>Neithea</i>)	pobre	fluvial com influência marinha ao sul	Barbosa (1950)
Cícero Dantas (Fm. Quatis)	argilito	camarões	<i>Atyoidea roxoi</i> , <i>Palaemon bahiensis</i>	peixes e <i>Estheria</i>	pobre	Lacustre	Beurlen (1950)
-----	-----	pólen	<i>Cicatricosisporites hallei</i> , <i>Matonisporites dorogensis</i>	-----	-----	-----	Viana <i>et al.</i> (1971)
Cícero Dantas/Euclides da Cunha/Olindina/Inhambupe	folhelho, siltito e calcário	peixes	<i>Ophiopsis grandipectoralis</i> , <i>Amiidarum</i> sp., <i>Vinctifer longirostris</i> , <i>Cladocyclus</i> sp., <i>Dastilbe elongatus</i> , <i>Dastilbe minor</i> , <i>Clupavus brasiliensis</i>	gastropodes, "conchostráceos", ostracodes, camarões, plantas	espécimes completos; impressões	ambiente raso e restrito (água doce ou salobra). Os fósseis associados sugerem configuração lacustre ou estuarina (conexão restrita com o mar)	Silva-Santos (1972)
Cícero Dantas (Fm. Quatis)	argilito	camarões	<i>Pseudocaridinella roxoi</i> , <i>Bechleja bahiensis</i>	-----	-----	-----	Martins-Neto & Mezzalira (1991)
Bacia Sudeste do Tucano	-----	dinocistos	<i>Subtilisphaera</i> sp.	-----	-----	marinho marginal	Regali (2001)
Cícero Dantas	siltito	peixes	<i>Britoichthys marizalensis</i>	plantas, camarões, ostracodes, palinórfos e peixes	espécimes maiormente completos e articulados	ambiente lântico	Figueiredo (2004)
Euclides da Cunha	-----	peixes	<i>Placidichthys tucanensis</i>	peixes (<i>Clupavus brasiliensis</i> , <i>Vinctifer longirostris</i> , <i>Britoichthys marizalensis</i>), gastropodes e camarões.	-----	laguna, mixohalina, conexão marinha intermitente	Brito & Alvarado-Ortega (2008)

Tabela Cont.

Tabela Cont.

Cícero Dantas/Euclides da Cunha	siltito	peixes, camarões, plantas	<i>Placidichthys</i> cf. <i>bidorsalis</i> , <i>Vinctifer longirostris</i> , <i>Cladocycclus</i> sp., <i>Clupavus brasiliensis</i> / <i>Atyoida roxo</i> , <i>Palaeomon bahiensis</i> / <i>Otozamites</i> sp., <i>Baiera</i> sp., <i>Sagenopteris</i> sp., <i>Pterophyllum</i> sp.	-----	-----	lacustre com influência marinha	Reis (2005)
Cícero Dantas (Pedreira / Fm. Quatis)	-----	peixes	<i>Ogunichthys triangularis</i>	crustáceos e outros peixes	-----	mares epicontinentais tetianos	Alvarado-Ortega & Brito (2010)
Cícero Dantas	siltito	peixes	<i>Nanaichthys longipinnus</i>	-----	impressões negativas	marinho com drenagens tectonicamente interconectadas	Amaral & Brito (2012)
Vilarejo Raso (Nova Soure/Sátiro Dias)	fácies arenosa heterolítica	traços fósseis	<i>Planolites</i> isp., <i>Palaeophycus</i> isp., <i>Arenicolites</i> isp., <i>Bifungites</i> isp., <i>Ophiomorpha</i> isp., <i>Treptichnus</i> isp., <i>Torrowangea</i> isp., <i>Lockeia</i> isp.	Ostracodes	perfurações	influência marinha	Freitas (2014)
Cícero Dantas (Fm. Quatis)	lamito	camarões	<i>Bahiacaris roxoi</i>	<i>Britoichthys marizalensis</i> e ostracodes	-----	água doce	Schweitzer <i>et al.</i> (2019)

Tabela 2- Os níveis fossilíferos estudados e sua composição faunística, Camada Amargosa, Formação Marizal.

Formação	Estratos	Fósseis			Outros	
	Níveis fossilíferos	Sim/Não	Invertebrados	Vertebrados	Plantas	Discos de Barita
Marizal	Folhelho acinzentado VI	Sim	Sim	Sim	Não	Não
	Argilito amarelo/avermelhado V	Sim	Não	Sim	Não	Sim
	Siltitos amarelo/avermelhado IV	Não	Não	Não	Não	Não
	Lamito amarelado III	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Argilito amarelado II	Sim	Sim	Sim	Não	Não
	Argilito amarronzado I	Sim	Sim	Sim	Não	Não
	Argilito acinzentado 0	Sim	Sim	Não	Sim	Não

2.2. Observações tafonômicas e sedimentológicas

Durante os trabalhos de campo, as fácies sedimentares foram identificadas com base nos litotipos, estruturas sedimentares, contatos, geometria e assinaturas tafonômicas exibidas pelos fósseis. Os termos descritivos usados na análise tafonômica seguem Kidwell *et al.* (1986), Brett & Baird (1986), e Kidwell & Holland (1991).

No campo, foi registrado o conteúdo fossilífero de modo a obter abundância relativa e outras informações relevantes (veja abaixo) para cada um dos níveis fossilíferos (N0-N3, N5-N6). Especial atenção foi dada ao grau de empacotamento, articulação, fragmentação e orientação em planta e seção dos bioclastos. Além das observações tafonômicas, dados sedimentológicos foram registrados, incluindo granulometria, estruturas sedimentares, características do plano de acamamento, assim como a presença ou ausência de discos de barita (Fig. 6H-I).

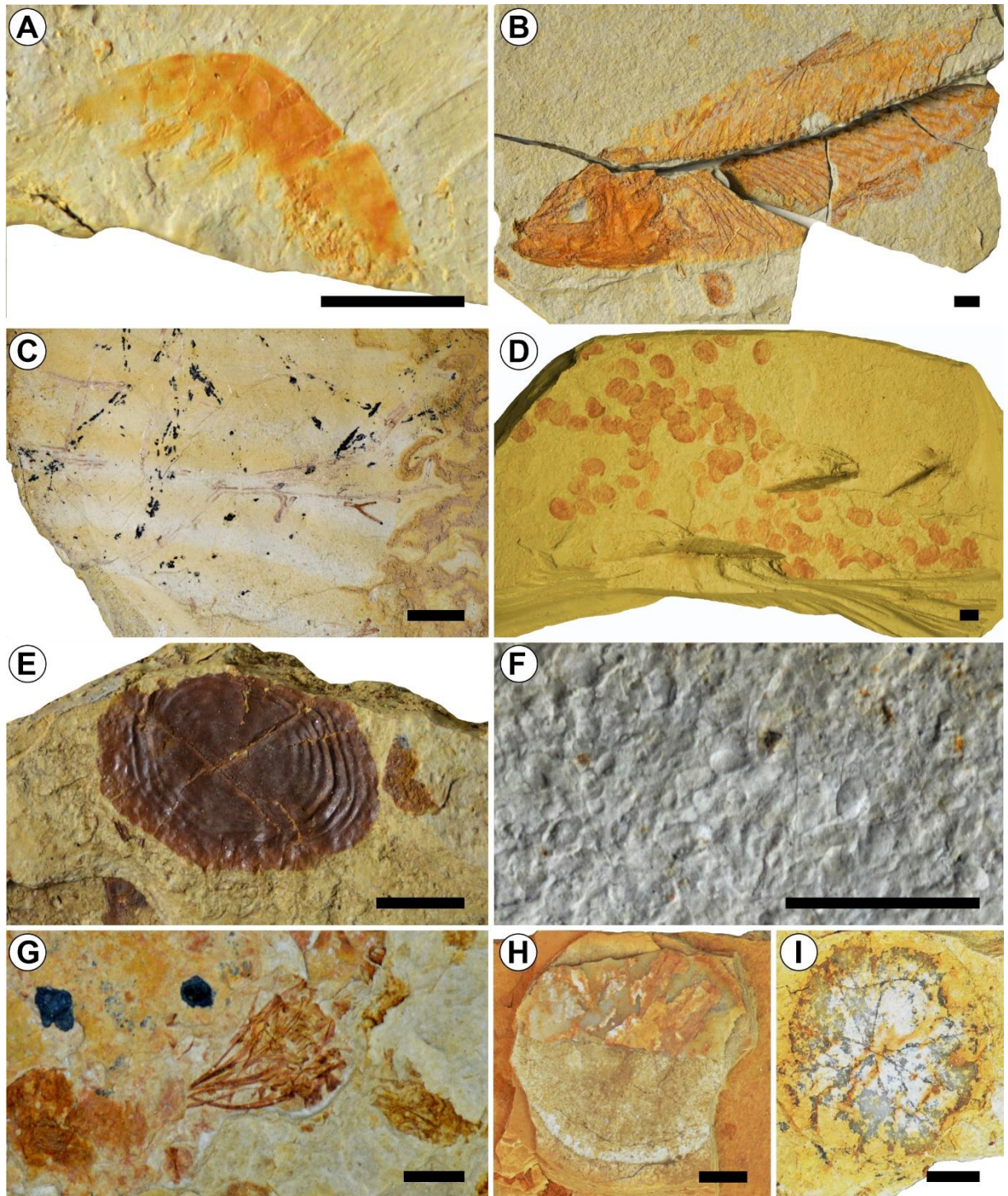


Figura 6. Principais grupos fósseis encontrados na Camada Amargosa, Formação Marizal, Bacia do Tucano Central, Bahia. A. Pequeno camarão carídeo, N2, DZP-21027A. B. Peixe *Clupavus brasiliensis* (Clupavidae), N6, DZP-21094. C. Restos de plantas incarbonizadas, L0, DZP-21742. D. Abundantes carapaças de “conchostráceos” (Spinicaudata), N2, DZP-21013A. E. Escama isolada de peixe ichthyodectiforme (provavelmente de *Ogunichthys triangularis*), N3, DZP-21080. F. Acumulação densa de ostracodes, N2, DZP-21032C. G. Acumulação de restos indeterminados de peixes (bromatolitos?), N5, DZP-21414. H-I. Discos de barita, N5, DZP-21422B, DZP-21922, respectivamente. Escalas: A-B, D-F=3mm; C, G, H-I=5mm.

2.3. Dados faunísticos e preparação dos fósseis

Conforme acima comentado, durante a amostragem em campo na Camada Amargosa, pelo menos quatro centenas de indivíduos e dezenas de amostras de rochas com cerca de 2 a 16 cm de comprimento foram coletadas. Os fósseis foram manualmente preparados de forma a remover restos da matriz sedimentar, com o auxílio de agulhas e estiletes, sob estereomicroscópio Zeiss Stemi SV6. Fotografias digitais foram obtidas com câmera digital Nikon D3200, acoplada a lente de 18-55 mm ou lente macro (105 mm). As imagens produzidas foram processadas no software Adobe Photoshop CC 2018 e CorelDRAW 2020. As amostras estudadas estão depositadas na coleção científica do Setor de Zoologia (código DZP), Universidade do Estado de São Paulo, Campus de Botucatu, São Paulo, Brasil.

Dos 462 fósseis registrados, pelo menos 161 são “conchostráceos”, 132 camarões palaemonídeos, 169 peixes e milhares de ostracodes. Esses grupos, que são os mais abundantes nas camadas estudadas, foram utilizados nas análises tafonômicas. As tabelas 3-9 resumem estas informações, cujos dados brutos foram tabulados em planilhas do Excel (Apêndice A). Sendo o foco desse estudo a distribuição vertical dos fósseis e sua tafonômica geral e não o estudo taxonômico da biota, os fósseis foram identificados dentro de categorias taxonômicas hierarquicamente superiores, ordem ou classe, com base nos dados da literatura (Tabela 1), exceto os peixes.

Embora a paleoictiofauna da Camada Amargosa ainda seja pouco conhecida, com base em estudos recentes (Ribeiro, A.C., informação pessoal, novembro de 2021), é possível garantir que ao menos seis táxons podem ser atribuídos com segurança ao material estudado, incluindo: *Britoichthys marizalensis* (Clupeocephala, *insertae sedis*) (FIGUEIREDO, 2004); *Clupavus brasiliensis* (Teleostei: Clupeiformes) (SILVA-SANTOS, 1985; ALVARADO-ORTEGA & BRITO, 2010); *Nanaichthys longipinnus* (Teleostei: Gonorynchiformes) (AMARAL & BRITO, 2012); *Ogunichthys triangularis* (Teleostei: Ichthyodectiformes) (ALVARADO-ORTEGA & BRITO, 2010); *Placidichthys tucanensis* (Holostei: Inoscopiformes) (BRITO & ALVARADO-ORTEGA, 2008), e *Vinctifer longirostris* (Teleostei: Aspidorhynchiformes) (SILVA-SANTOS, 1990).

As carapaças de “conchostráceos” são muito similares às de *Cyzicus brauni* (veja CARVALHO & MELO, 2012, fig. 10; Carvalho, I.S., comunicação pessoal, fevereiro de 2021). Entretanto, o leitor interessado, pode consultar Bittencourt *et al.* (2018) e referências neste artigo, para se inteirar das questões relacionadas à atribuição dos “conchostráceos” mesozoicos brasileiros ao gênero *Cyzicus*. Conforme discussão detalhada em Gallego *et al.* (2013, p.50),

nesta dissertação os “conchostráceos” serão referidos aos Spinicaudata Linder, 1945 (veja também YANBIN, 1994). Os camarões palaemonídeos, por sua vez, foram revisados por Schweitzer *et al.* (2019) e são aqui referidos à *Bahiacaris roxoi*. As informações a respeito das espécies de peixes e outros grupos fósseis anteriormente descritos ou citados para a biota da Formação Marizal estão listadas na Tabela 1.

Finalmente, nas amostras estudadas, os ostracodes dispersos ao longo da sucessão sedimentar ou concentrados formando pavimentos sub-milimétricos estão mal preservados, em geral com carapaça sem qualquer ornamentação. Portanto, apesar de constituírem bioclastos formadores de rochas, esses não foram incorporados às análises tafonômicas quantitativas (veja FÜRSICH *et al.*, 2019, para uma abordagem semelhante). Porém, o seu padrão de distribuição vertical foi registrado de forma a contribuir com a reconstrução da história paleoambiental da Camada Amargosa. Informações adicionais a respeito dos ostracodes preservados nas unidades do Cretáceo Inferior do nordeste do Brasil podem ser encontradas em Arai & Coimbra (1990), Berthou *et al.* (1990), Coimbra *et al.* (2002), Carmo *et al.* (2004), Rios Neto *et al.* (2012), Tomé *et al.* (2014), Fürsich *et al.* (2019) e Almeida-Lima *et al.* (2022) dentre outros.

Para maiores detalhes sobre a metodologia empregada neste estudo vide o artigo científico no Apêndice B.

Tabela 3- Principais atributos tafonômicos, sedimentológicos e fóssil-diagenéticos dos “conchostráceos” amostrados no nível II, Camada Amargosa, Formação Marizal.

Principais Atributos Tafonômicos – “Conchostráceos”													
Dados		Tipo de fóssil		Articulação				Fragmentação			Diagênese		Nível
	Número	Concha	Molde	Desarticulado	Articulado	Fechado	Aberto	Indeterminado	Completo	Fragmentado	Compressão	Fraturas	
Total	161	161	0	134	27	24	3	30	131	0	161	0	II
%	100	100	----	83,23	16,77	88,89	11,11	18,63	81,37	----	100	----	----

Tabela 4- Principais atributos sedimentológicos e fóssil-diagenéticos dos camarões amostrados no nível III, Camada Amargosa, Formação Marizal.

Atributos Sedimentológicos e Diagenéticos – Camarões											
Dados		Orientação			Modo de Preservação			Empacotamento			Nível de Amostragem
	Número	Lateral	Dorsal	Ventral	Compressão	Impressão	Adpressão	Frouxo	Disperso	Denso	III
Total	99	94	5	0	97	1	1	99	0	0	Superior
%	100	94,95	5,05	0	97,98	1,01	1,01	100	0	0	
Total	33	33	0	0	24	5	4	33	0	0	Inferior
%	100	100	0	0	72,73	15,15	12,12	100	0	0	

Tabela 5- Principais condições tafonômica das partes corporais dos camarões amostrados no nível III, Camada Amargosa, Formação Marizal.

Partes corporais preservadas – Camarões										
	Número	Completo	Incompleto						Nível	
			Cefalotórax- Abdômen	Cefalotórax	Abdômen- Leque	Abdômen	Leque	Indeterminado		
Total	99	27	19	5	4	42	0	2	Superior	
%	100	27,27	19,19	5,05	4,04	42,42	0	2,02		
Total	33	15	6	3	0	9	0	0	Inferior	
%	100	45,45	18,18	9,09	0	27,27	0	0		

Tabela 6- Principais atributos bioestratinômicos dos camarões fósseis amostrados no nível III, Camada Amargosa, Formação Marizal.

Atributos Bioestratinômicos – Camarões											
Dados		Tipo de Fóssil			Articulação			Postura			Nível
	Número	Indeterminado	Cadáver	Exúvia	Desarticulado	Articulado Total	Articulado Parcial	Esticado	Flexionado	Indeterminado	III
Total	99	51	47	1	37	20	42	23	64	12	Superior
%	100	51.52	47.47	1.01	37.37	20.20	42.42	23.23	64.65	12.12	
Total	33	5	21	7	6	12	15	2	21	10	Inferior
%	100	15.15	63.64	21.21	18.18	36.36	45.45	6.06	63.64	30.30	

Tabela 7- Principais atributos sedimentológicos dos peixes fósseis amostrados nos níveis V, V-VI (contato) e VI, respectivamente, Camada Amargosa, Formação Marizal.

Atributos Sedimentológicos – Peixes															
Dados		Orientação				Empacotamento			Nível de Amostragem						
	Número	Indeterminado	Lateral	Dorsal	Ventral	Frouxo	Disperso	Denso	I	II	III	IV	V	V-VI	VI
Total	75	11	64	0	0	75	0	0	--	--	--	--	X	--	--
%	100	14.64	85.33	0	0	100	0	0							
Total	16	3	13	0	0	16	0	0	--	--	--	--	--	X	--
%	100	18.75	81.25	0	0	100	0	0							
Total	78	23	55	0	0	78	0	0	--	--	--	--	--	--	X
%	100	29.49	70.51	0	0	100	0	0							

Tabela 8- Principais atributos bioestratinômicos dos peixes fósseis amostrados nos níveis V, V-VI (contato) e VI, respectivamente, Camada Amargosa, Formação Marizal.

Atributos Bioestratinômicos – Peixes											
Dados		Articulação			Compleitude			Condição óssea			Nível
	Número	Total	Parcial	Desarticulado	Indeterminado	Completo	Incompleto	Abrasão	Fragmentação	Corrosão	
Total	75	49	24	2	33	16	26	0	0	0	V
%	100	65.33	32.00	2.67	44.00	21.33	34.67	0	0	0	
Total	16	10	4	2	9	2	5	0	0	0	V-VI
%	100	62.50	25.00	12.50	56.25	12.50	31.25	0	0	0	
Total	78	43	13	22	21	22	35	0	0	0	VI
%	100	55.13	16.67	28.21	26.92	28.21	44.87	0	0	0	

Tabela 9- Condições tafonômicas das partes corporais dos peixes amostrados dos níveis V, V-VI (contato) e VI, respectivamente, da Camada Amargosa, Formação Marizal. Explicação: T., Total; N., Número; Indet., Indeterminado; Flab., Flabelada; Fech., Fechada; Desint., Desintegrada; Lev., Levemente; Fort., Fortemente; Queb., Quebrada.

Partes corporais preservadas - Peixes																			
Dados		Condição da nadadeira			Estado da nadadeira			Condição da coluna vertebral								Condição da boca			Nível
	N.	Indet.	Flab.	Fech.	Indet.	Integra	Desint.	Indet.	Integra	Desint.	Reta	Lev. curvada	Fort. curvada	Queb.	Sinuosa	Indet.	Aberta	Fechada	
T	75	45	18	12	45	26	4	12	39	24	28	8	0	0	15	53	8	14	V
%	100	60.00	24.00	16.00	60.00	34.67	5.33	16.00	52.00	32.00	----	----	----	----	----	70.67	10.67	18.67	
T	16	9	5	2	7	8	1	3	10	3	6	1	0	0	3	11	1	4	V-VI
%	100	56.25	31.25	12.50	43.75	50.00	6.25	18.75	62.50	18.75	----	----	----	----	----	68.75	6.25	25.00	
T	78	42	16	20	40	31	7	16	42	20	20	16	1	1	10	53	9	16	VI
%	100	53.85	20.51	25.64	51.28	39.74	8.97	20.51	53.85	25.64	----	----	----	----	----	67.95	11.54	20.51	

3. RESULTADOS

3.1. Sucessão sedimentar

A sucessão sedimentar da Camada Amargosa no Vilarejo homônimo, em Euclides da Cunha, Bahia, possui aproximadamente 4 metros de espessura e é caracterizada por folhelhos, argilitos maciços a laminados, às vezes papiráceos, siltitos laminados e lamitos. Conforme anteriormente citado, seis níveis fossilíferos foram reconhecidos na parte basal (1,0 m de espessura) da sucessão e, em quatro deles, os fósseis são abundantes (*i.e.*, N2-N3; N5-N6; Figs.5, 7; Tabela 2).

O nível mais inferior, N0, em contato direto com os arenitos do Membro Banzaê, é constituído por cerca de 11 cm de argilitos intercalados a siltitos maciços. Neste nível não foram observadas bioturbações e fósseis corpóreos são representados por fragmentos de plantas e raros ostracodes dispersos (Figs. 4B-5, 6C). Imediatamente acima, em N1 (Fig. 4B-5, 8), estão preservados restos de peixes, camarões e “conchostráceos”, todos dispersos em um intervalo de aproximadamente 10 cm de argilito laminado. Pavimentos ricos em ostracodes são comuns neste intervalo e escamas de peixe grandes e abundantes ocorrem em um nível bem definido. O próximo nível, N2, é composto por argilito finamente laminado com cerca de 13 cm de espessura, caracterizados pela ocorrência de “conchostráceos” e pavimentos de ostracodes (Figs. 4B-5, 6D, F). Porém, camarões e peixes ocorrem subordinadamente. Acima, em N3, há um intervalo com lamito laminado de aproximadamente 15 cm de espessura (Figs. 4B-5), marcado pela presença de pavimentos de ostracodes. Neste intervalo, os camarões são os fósseis mais comuns (Fig. 6A), porém restos de peixes, escamas e “conchostráceos” também são registrados. Na porção basal de N3, os espécimes de camarões se encontram frouxamente empacotados e os indivíduos completos são proporcionalmente mais comuns. Em direção ao topo, os camarões se tornam mais abundantes e são maiormente representados por restos desarticulados e fragmentos diminutos. Discos de barita são elementos frequentes na porção superior de N3. O intervalo N4, por sua vez, é representado por 8 cm de silito afossilífero, rico em óxido de ferro, altamente intemperizado (Figs. 4B-5). Logo acima, peixes completos ou desarticulados são abundantes e ocorrem associados a discos de barita, ambos preservados em argilito avermelhado e laminado com cerca de 3 cm (N5) de espessura (Figs. 4B-5). Finalmente, o último nível fossilífero identificado (N6) é composto por aproximadamente 30 cm de folhelho papiráceo acinzentado, no qual os peixes são os macrofósseis mais comuns (Figs. 4B-5, 6B). Porém, pavimentos ricos em ostracodes, carapaças de “conchostráceos” e camarões também são observados.

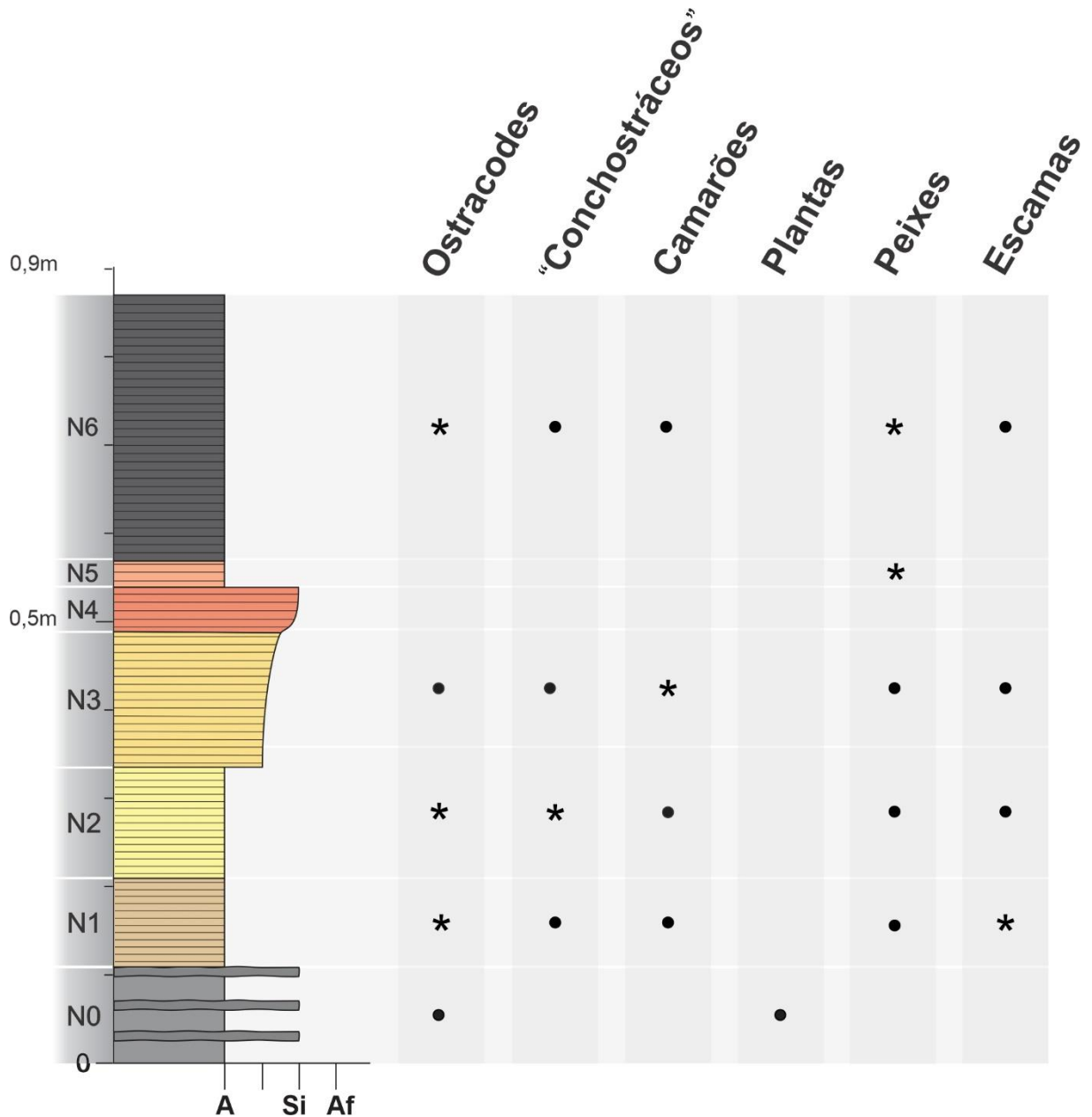


Figure 7. Seção colunar mostrando a distribuição vertical restrita (pontos e estrelas em preto) dos principais grupos de fósseis nos níveis estratigráficos amostrados (N0-N6) na Camada Amargosa. Explicação: estrelas indicam o grupo fóssil mais comum naquele dado nível estratigráfico. Explicação: A., argilite; Si., siltite; Af., arenito fino.

3.2. Padrão de distribuição dos fósseis

Abundantes fósseis de invertebrados e/ou vertebrados de água doce caracterizam os diferentes níveis fossilíferos estudados, sendo que “conchostráceos”, ostracodes, camarões e peixes são os grupos dominantes (Tabela 2; Figs. 5-7). Restos de plantas são raros e estão presentes apenas em N0 (Tabela 2).

Os intervalos fossilíferos comumente apresentam dominância de um ou no máximo dois grupos fósseis (Figs. 5, 7). Por exemplo, ostracodes ocorrem formando pavimentos em N1, N2,

N3 e N6 (Fig. 6F). Os “conchostráceos”, por sua vez, são comuns e formam pavimentos apenas em N2 (Figs. 5, 6D, 7, 9A-D). No entanto, no intervalo N3, estão preservados numerosos camarões, que apresentam diferentes graus de articulação. Os peixes são o único grupo fóssil registrado em N5, contudo, podem ser muito abundantes e, por vezes, relativamente grandes, completos e/ou bem preservados (Fig. 10). Neste caso, ocorrem associados a restos de peixes desarticulados (*i.e.*, ossos isolados e partes da coluna vertebral). Os restos de peixes também são comuns nos folhelhos papiráceos de N6, onde ocorrem completos ou desarticulados e frouxamente empacotados. Os camarões (articulados ou não) e as carapaças de “conchostráceos” são raros neste intervalo, enquanto os ostracodes formam pavimentos densos (Figs. 5, 7).

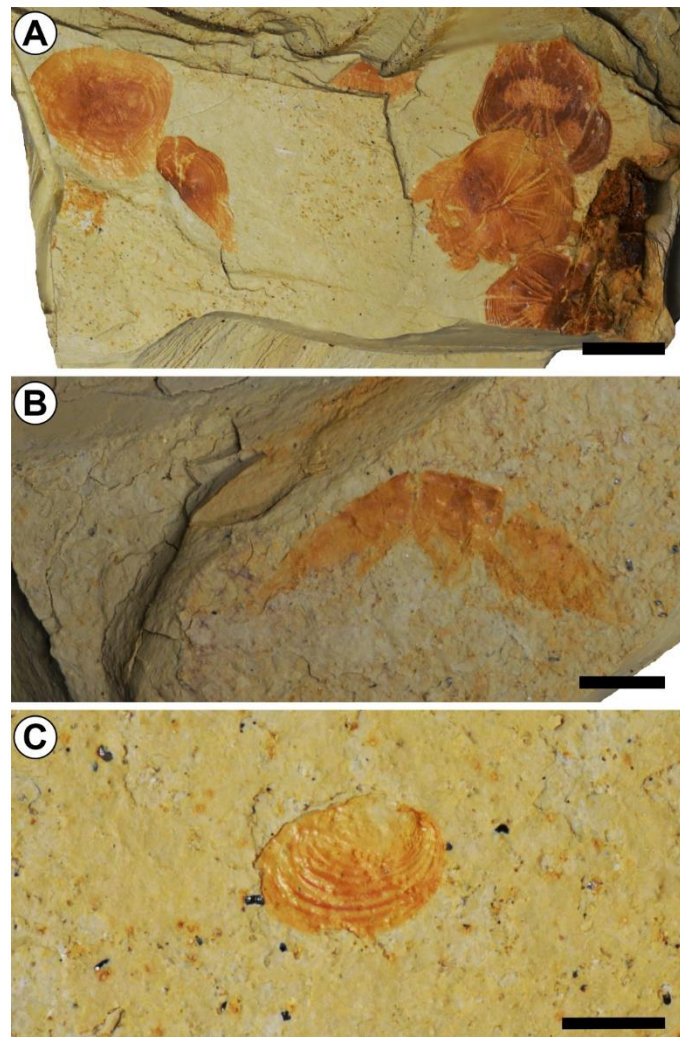


Figura 8. Principais grupos fósseis encontrados em N1, Camada Amargosa, Formação Marizal, Bacia do Tucano Central, Bahia. A. Estrato rico em escamas de peixe, DZP-21756. B. Camarão carídeo, DZP-21752. C. Carapaça de “conchostráceo”, DZP-21745. Escala: A=5mm; B-C=3mm.

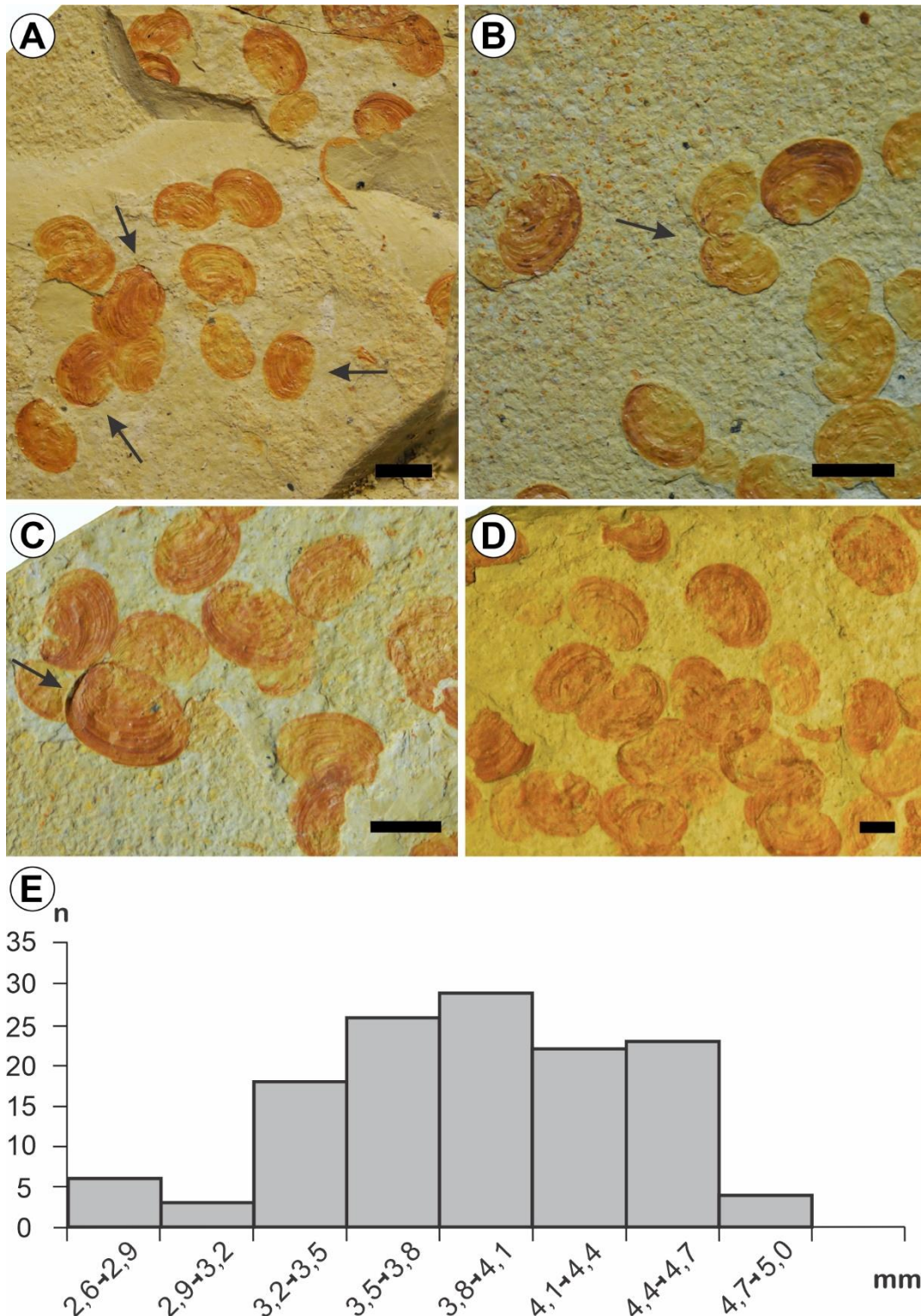


Figura 9. Aspecto tafonômico das carapaças de “conchostráceos” (Spinicaudata), Camada Amargosa, Formação Marizal. Note que os espécimes estão completos, frouxamente empacotados na matriz sedimentar, comprimidos e associados a acumulações densas de ostracodes. A, C. Conchas de “conchostráceos” articuladas fechadas (setas pretas), N2, DZP-21024A e DZP-21013B, respectivamente. B. Espécime apresentando conchas articuladas abertas (setas pretas), N2, DZP-21032C. D. Carapaças de “conchostráceos” orientadas caoticamente e frouxamente empacotadas na matriz sedimentar, desarticuladas, completas (não fragmentadas) e comprimidas, L2, DZP-21013 A. E. Histograma de frequência de tamanho para as carapaças de “conchostráceos” (Spinicaudata) dos lamitos amarelados de N2. Escalas: 3mm.

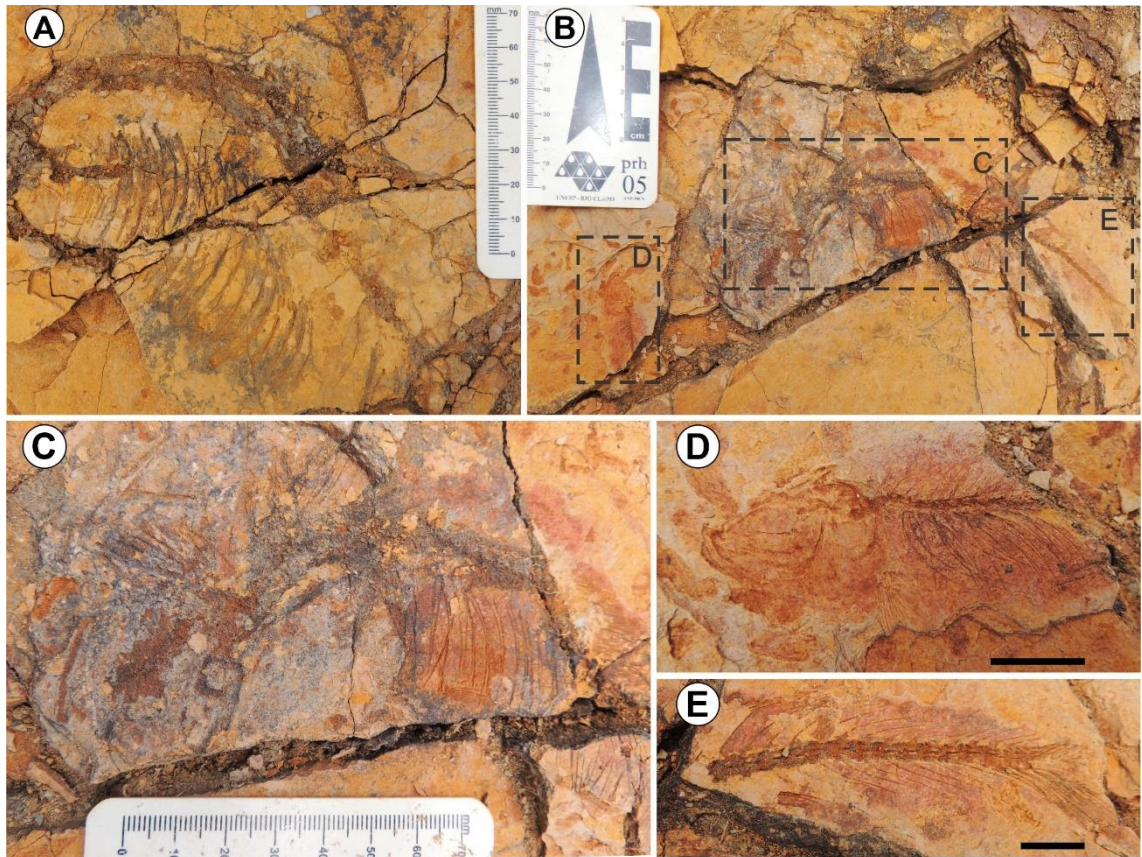


Figura 10. Peixes relativamente grandes (Ichthyodectiformes) em N5. A-B. Restos de peixes, incluindo *Clupavus brasiliensis* (D). C-E. Detalhes dos peixes ilustrados em B. Escala: 1 cm.

3.3. Arcabouço tafonômico: preservação dos fósseis

As carapaças calcificadas dos ostracodes ocorrem maiormente como moldes internos e externos. Elas não apresentam ornamentação e seus moldes estão geralmente achatados por compressão, como pode ser visto nos espécimes preservados em N2 (Fig. 6F). De modo geral, a qualidade de preservação dos ostracodes é extremamente pobre. Por outro lado, as carapaças de “conchostráceos”, as quais são abundantes em N2, são constituídas originalmente de escleroproteína (*i.e.*, conchiolina) e se encontram preservadas como filmes carbonosos, amarelados, fortemente comprimidos lateralmente. As carapaças estão, no geral, levemente enrugadas, mas fraturas radiais originadas por compressão não são observadas (Figs. 6D, 9). Embora fortemente achatadas, as valvas ainda apresentam as linhas de crescimento preservadas, especialmente próximo às margens (Figs. 6D, 9). Porém, a microestrutura da concha não é visível mesmo com a ampliação em estereomicroscópio. As valvas estão maiormente completas (81,37%; n= 131; Tabela 3) e, geralmente, desarticuladas (83,23%; n= 134; Tabela 3), porém, carapaças articuladas também são comuns (16,77%; n= 27; Tabela 3). Devido a fragilidade dos fósseis e o intenso intemperismo das rochas, a “fragmentação” de algumas carapaças

claramente se deu durante a coleta e manuseio das amostras, não havendo evidências de fragmentação natural. Dentre os 27 espécimes articulados (16,77%), 24 (88,89%) estão preservados com as valvas fechadas, e apenas três com as valvas completamente abertas (11,11%; Tabela 3). No entanto, uma vez que vários espécimes estão preservados com as valvas dispostas de modo concordante ao plano de acamamento (*i.e.*, apenas uma das valvas está visível), o número preciso de valvas articuladas está, certamente, subestimado. Sinais de fragmentação, abrasão, incrustação, bioerosão (veja ESCALONA *et al.*, 2019) ou corrosão (senso BRETT & BAIRD, 1986) das valvas estão ausentes.

As cutículas finas e levemente calcificadas dos camarões palaemonídeos estão fossilizadas de modos distintos (Fig. 11). Elas estão geralmente preservadas como filmes carbonosos, lateralmente comprimidos, no intervalo N3 (parte inferior: n= 24, 72,73%; parte superior: n= 97, 97,98%; Fig. 11B-D, F; Tabela 4). Alguns camarões estão preservados como impressões (parte inferior: n= 5, 15,15%; parte superior: n= 1, 1,01%; Tabela 4) que apresentam “sombrias” de coloração amarelo-avermelhada. Finalmente, alguns espécimes foram, ainda, preservados como “adpressões” (parte inferior: n= 4, 12,12%; parte superior: n= 1, 1,01%; Tabela 4), ou seja, esses apresentam uma combinação das duas condições anteriores (Fig. 11A). Os camarões palaemonídeos são menos abundantes na parte inferior do nível N3 (n= 33) e estão geralmente representados por indivíduos completos (45,45%; n= 15) ou por espécimes que apresentam cefalotórax articulado ao abdômen, porém sem leque caudal (18,18%; n= 6). Em adição, (9,09%; n= 3) dos espécimes são representados por cefalotórax e (27,27%; n= 9) por abdomens isolados (Tabela 5). Na porção superior de N3, os palaemonídeos são mais abundantes (n= 99), espécimes completos ou quase completos (completos: 27,27%, n= 27; cefalotórax-abdômen sem leque caudal: 19,19%, n= 19) são tão comuns quanto aqueles que apresentam alto grau de desarticulação (cefalotórax: 5,05%, n= 5; abdômen-leque caudal: 4,04%, n= 4; abdômen: 42,42%, n= 42). A exemplo dos “conchostráceos”, em alguns casos, a fragmentação e perda de partes dos camarões podem ser atribuídas a coleta, manipulação e preparação dos espécimes.

Muitos peixes estão preservados nos níveis N5 e N6. A qualidade de preservação destes fósseis é muito variável (Figs. 12-13), contudo, em ambos os estratos, a maioria dos espécimes está totalmente articulada (65,3% e 55,1%, respectivamente, veja Tabela 8). Por sua vez, os espécimes parcialmente articulados são 32% e 16,67% em N5 e N6, enquanto os desarticulados são 2,67 e 28,21%, respectivamente. Conseqüentemente, o grau de completude dos peixes é notavelmente alto (Tabela 8). Os espécimes incompletos com a maior parte do corpo faltando, mas ainda com algumas partes articuladas (Fig. 13C, E), assim como vertebradas (Fig. 13F),

costelas e escamas isoladas, também estão presentes. Finalmente, sinais de fragmentação, abrasão e corrosão (senso BRETT & BAIRD, 1986) não são observados nos ossos isolados (*e.g.*, costelas, vertebrae etc.).

Alguns dos peixes completos preservados em N5 e N6 apresentam arqueamento da coluna vertebral (*i.e.*, coluna vertebral curvada; Fig. 12B, D-F), condição denominada “postura opistotônica”. Em adição, foi registrada também a ocorrência de indivíduos com a boca aberta e a nadadeira dorsal flabelada em ambos os níveis (boca aberta: 10,67% e 11,54%; nadadeira flabelada: 24% e 20,51%, respectivamente; Tabela 9). Infelizmente, devido ao alto grau de intemperismo dos argilitose folhelhos onde estão preservados os fósseis, a condição da boca e nadadeira é difícil de ser observada. Finalmente, espécimes com tecido mole preservado, especialmente olhos fossilizados, também são encontrados no folhelho papiráceo de N6 e no argilito arroxeadado da transição entre N5-N6 (Fig. 12C, E-F). Notavelmente, alguns espécimes de N5 apresentam padrão de coloração preservado (Fig. 13A).

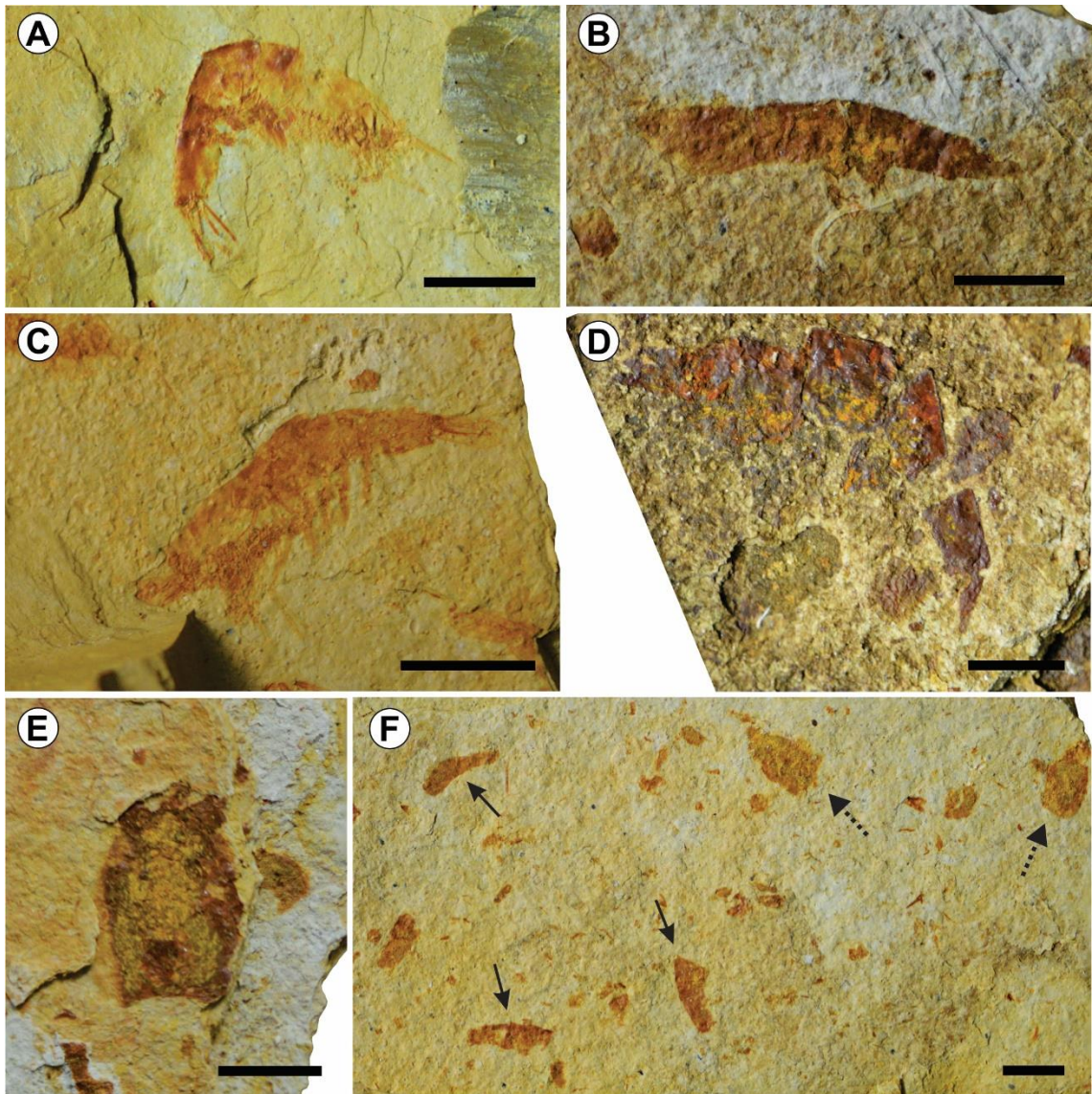


Figura 11. Aspectos tafonômicos dos camarões carídeos, Camada Amargosa, Formação Marizal. A. Espécime completo, totalmente articulado e flexionado, N2, DZP-21403. B. Espécime estendido, articulado parcialmente N3, DZP-21060B. C. Camarão completo, totalmente articulado, ligeiramente flexionado, N3, DZP-21016A. D. Espécime completo, parcialmente articulado, N3, DZP-21035. E. Carapaça isolada, N3, DZP-21560B. F. Segmentos abdominais isolados (setas pretas), e carapaças isoladas (setas pontilhadas), assim como restos diminutos indeterminados, N3, DZP-21029A. Escalas: 3mm.

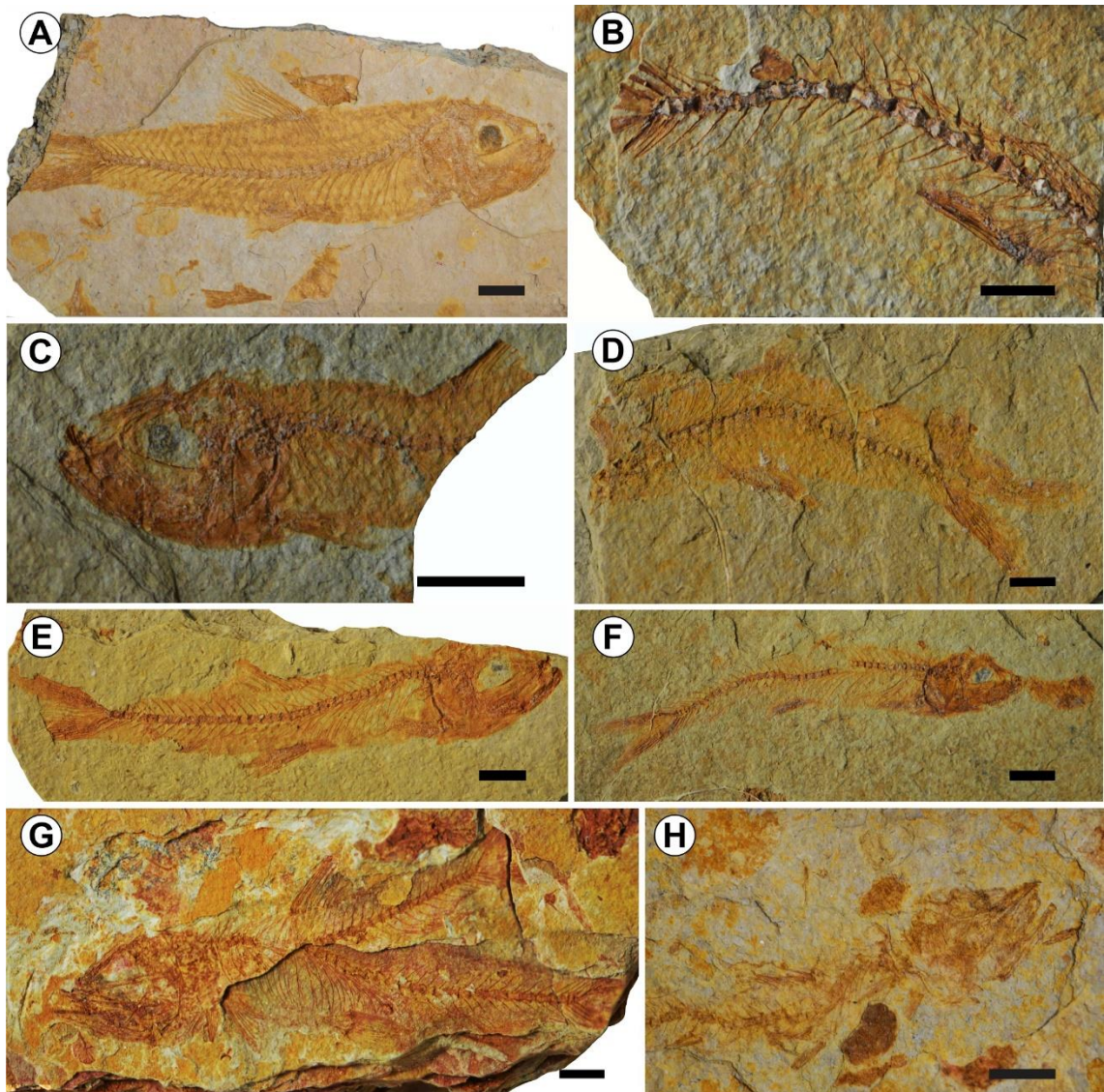


Figura 12. Aspectos da tafonomia dos peixes completos ou quase completos, dos níveis 5-6, Camada Amargosa, Formação Marizal. Em alguns espécimes, certas partes anatômicas foram perdidas durante a coleta devido a fragilidade dos argilitos e siltitos laminados que estão altamente intemperizados (A-D e G). Note traços dos olhos preservados em A, C, E e F; a boca fechada nos espécimes A, C e F; a curvatura da coluna vertebral em B e D; as vértebras deslocadas no espécime F e, finalmente, a nadadeira dorsal aberta nos espécimes A, G. Amostras: A. DZP-21809D (*Ogunichthys triangularis*); B- DZP-21086B (c.f. *Britoichthys marizalensis*); C- DZP-21096A (*Ogunichthys triangularis*); D- DZP-21097; E- DZP-21100 (*Britoichthys marizalensis*); F- DZP-21087 (*Britoichthys marizalensis*); G- DZP-21411 (*Britoichthys marizalensis*); H- DZP-21924B. Escalas: 3mm.

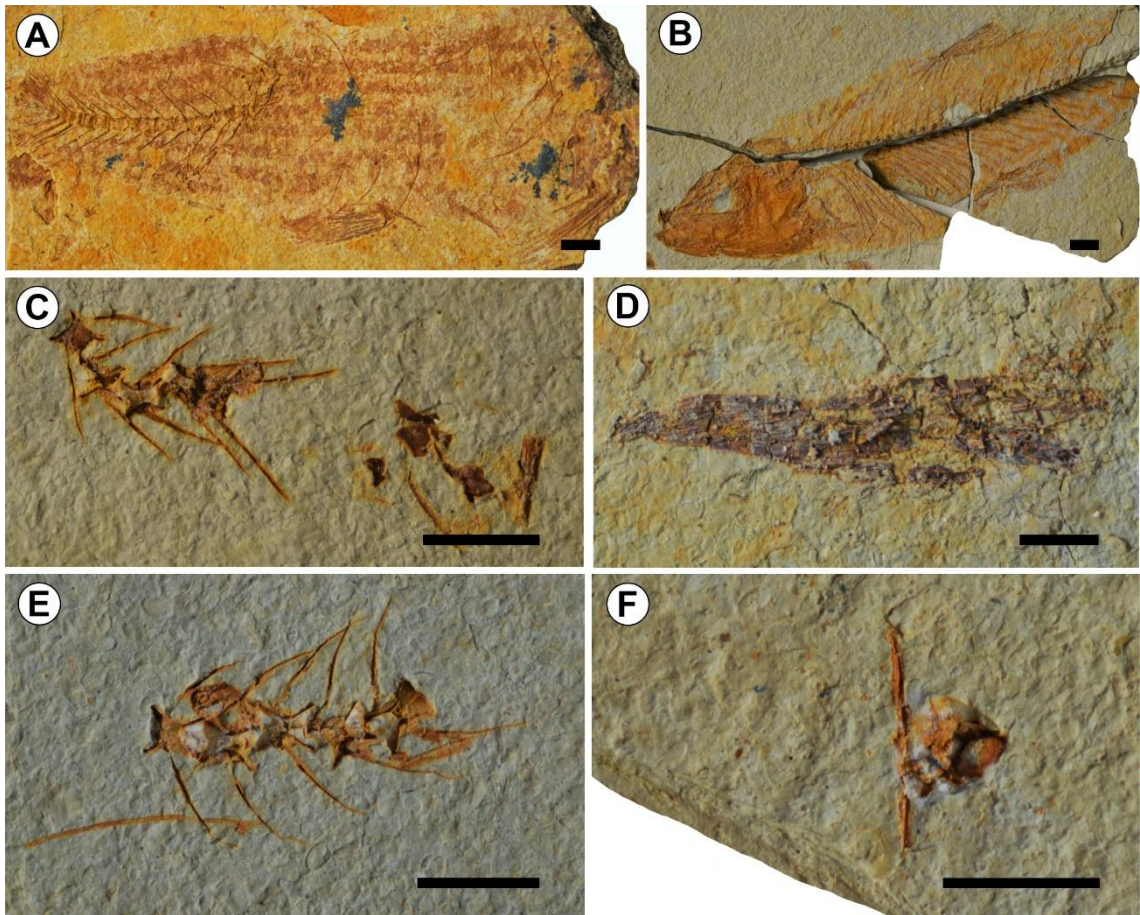


Figura 13. Aspectos da tafonômia de peixes; exemplos de vários graus de desarticulação, níveis 2, 5-6, Camada Amargosa, Formação Marizal. A. Espécime sem crânio, com vértebras e costelas desarticuladas, N5, DZP-21409A; B. Espécime completo, totalmente articulado, N6, *Clupavus brasiliensis*, DZP-21094; C, E. Pequenos segmentos da coluna vertebral, com vértebras ainda articuladas entre si, N6, DZP-21106 e DZP-21092, respectivamente. D. Nadadeira fechada, isolada, N6, DZP-21110 F. Vértebra isolada, N3, DZP-21032C. Escalas: 3mm.

3.4. Orientação em planta

Os ostracodes, quando preservados em pavimentos, estão geralmente articulados fechados e caoticamente arranjados no plano de acamamento. Por outro lado, praticamente todas as carapaças de “conchostráceos”, como, por exemplo, as provenientes de N2 (Figs.6D, 9A-D), estão dispostas lateralmente (*i.e.*, concordantes ao plano de acamamento). Contudo, alguns espécimes articulados se encontram ligeiramente oblíquos em relação ao plano de acamamento. Em ambos os casos, as carapaças estão dispersas a frouxamente empacotadas e caoticamente orientadas (Fig. 9A-D). A maioria das valvas de “conchostráceos” está fortemente comprimida, tornando a área total da valva achatada (Fig. 9A-D). Portanto, é extremamente difícil determinar se as valvas desarticuladas estão com a convexidade para baixo ou para cima.

Por sua vez, os camarões palaemonídeos, os macrofósseis mais comuns em N3, estão frouxamente empacotados na matriz sedimentar. Foram examinados 132 espécimes e, dentre

eles, 127 (96,21%; Tabela 4) estão lateralmente dispostos (Fig. 11A-D, F) e paralelos ao acamamento. Apenas alguns espécimes (n= 5; 3,79%; Tabela 4), os quais são registrados na parte superior de N3, estão preservados em postura dorsal (Fig. 11E). Todos os camarões estão caoticamente orientados independentemente do grau de articulação, fragmentação e postura lateral ou dorsal (Fig. 11).

No que diz respeito aos pequenos peixes (Figs. 12-13; Tabelas 7-9) provenientes dos níveis N5 e N6, todos estão preservados com o eixo dorsoventral paralelo ao plano de acamamento (*i.e.*, vista lateral; Figs. 12-13A, B) e não apresentam evidências de orientação preferencial.

3.5. *Spinocaudata* (“conchostráceos”): distribuição das frequências de tamanho e linhas de crescimento

No intuito de entender as condições paleoambientais que atuaram ao longo da deposição de N2, intervalo em que estão preservadas as valvas de “conchostráceos”, as dimensões (comprimento) de 131 conchas foram medidas sob estereomicroscópio. No histograma de frequência de tamanho gerado e ilustrado na figura 9E é possível observar que a distribuição é normal e a maioria dos indivíduos possui entre 3,2 e 4,7 mm de comprimento. Contudo, alguns poucos espécimes são menores que 3,2 mm ou maiores que 4,7 mm. Notavelmente, os “conchostráceos” são relativamente incomuns nos níveis acima e abaixo de N2.

O número de linhas de crescimento por espécime e o espaçamento entre elas também foi registrado quando possível. É importante ressaltar que a área dorsal das conchas está, de modo geral, pobremente preservada (Fig. 9A-D) e, dessa forma, as linhas de crescimento são difíceis de distinguir nesta área. Portanto, elas só foram passíveis de análise em 30 espécimes (Tabela 10). Consequentemente, o número de linhas de crescimento apresentado na Tabela 10 deve ser visto apenas como uma aproximação. O número de linhas de crescimento por espécime varia entre 10 e 25, mas a maioria dos valores se distribui entre 13 e 16. Em alguns espécimes (n=7) as linhas de crescimento são progressivamente menos espaçadas em direção a margem ventral das conchas, se tornando aglomeradas próximo ao limite dessa (Tabela 10). Os dados apresentados na Tabela 10 sugerem que há relação entre o tamanho das conchas e o número total de linhas de crescimento e/ou entre o tamanho das conchas e a presença de linhas aglomeradas próximo a margem. Por exemplo, espécimes com mais de 3,9 mm possuem geralmente 16 ou mais linhas de crescimento, e todos os espécimes com linhas aglomeradas estão entre 3,9 e 4,5 mm de comprimento.

4. DISCUSSÃO

4.1. Ambiente deposicional

A Camada Amargosa é reconhecida em todas as sub-bacias da Bacia do Tucano (FREITAS, 2014; FREITAS *et al.*, 2017). Na parte sul da bacia esta unidade é composta por arenitos finos com laminação cruzada ondulada intercalados a folhelhos ricos em restos de peixes e barita (veios, lâminas e discos) (FREITAS *et al.*, 2017; VAREJÃO *et al.*, 2019). A assembleia de traços fósseis (*i.e.*, *Bifungites* isp., *Ophiomorpha* isp., *Treptichnus* isp., *Torrowangea* isp.) que ocorre em depósitos formados em um provável ambiente marinho raso, registrando a transição entre as icnofácies de *Skolithos* e *Cruziana* é identificada na sub-bacia do Tucano Sul. (FREITAS, 2014, p. 95). De fato, em direção a sul, a sucessão de Amargosa parece ter sido depositada em condições estuarinas a marinha rasa (veja VAREJÃO *et al.*, 2019, p. 295 e respectivas referências neste artigo). Por outro lado, na Sub-bacia do Tucano Norte e na Bacia de Jatobá, a Camada Amargosa é composta por siltitos, calcários laminados e folhelhos escuros depositados em lagos salinos (VAREJÃO *et al.*, 2019). Estes lagos estavam provavelmente conectados a paleodrenagem Aptiana que fluía até os estuários desenvolvidos na Sub-bacia do Tucano Sul (veja ASSINE *et al.*, 2016), desembocando no recém-formado Oceano Atlântico (VAREJÃO *et al.*, 2019, p. 282).

Na área de estudo (*i.e.*, Sub-bacia do Tucano Central; Figs. 1, 5), a Camada Amargosa é maiormente composta por ciclos de granocrescência ascendente decimétricos a métricos (*i.e.*, N0 a N4 e N5-N6 ao lamito avermelhado rico em veios de barita, sobrejacente). No primeiro ciclo, de 55 cm de espessura, as fácies dominadas por argilitos (N0 a N3) foram geradas pela decantação de sedimentos finos siliciclásticos, apontando para condições de águas calmas. Os siltitos ricos em óxido de ferro de N4 devem ter sido depositados em águas rasas, porém, gretas de contração e outras evidências de exposição subárea não foram observadas nesta fácies, sugerindo que, ao menos na área de estudo, o ambiente aquático não foi submetido a dessecação periódica.

Assim como para outras sucessões lacustres do Cretáceo do nordeste brasileiro, depósitos lamosos bem laminados, com densa acumulação de ostracodes articulados (*i.e.*, N1-N3, N6) são interpretados com resultado da decantação abrupta de lamas em águas “profundas” (VAREJÃO *et al.*, 2019). Em N2, a abundância de “conchostráceos” parece indicar a presença de corpos de água intermitentes, porém sem evidências de exposição subárea. Como amplamente conhecido, estes artrópodes de vida curta geralmente vivem confinados a corpos d’água efêmeros (KIRKLAND, 2006, p. 86, e referências incluídas).

O segundo ciclo de granocrescência ascendente é mais espesso (2,6 metros), sugerindo o aumento do espaço de acomodação. Na base deste ciclo dominam fácies de argilitos ricos em peixes (N5 e N6). Os peixes grandes (alguns com mais de 1 metro de comprimento; Carvalho, I.S., informação pessoal, janeiro de 2022) são comuns nos argilitos avermelhados de N5, que adquiriram essa coloração provavelmente por efeito da percolação de águas oxidantes, após sua deposição. Por sua vez, os folhelhos laminados de N6 sugerem ausência de vida bentônica intraestratal, possivelmente devido à baixa oxigenação de fundo. De fato, a coloração cinza escura do folhelho é um bom indicador de condições redutoras nas regiões mais “profundas” (distais) do lago. Entretanto, os peixes articulados completos, que são comuns em N5 e N6 indicam a presença de uma coluna d’água oxigenada. Neste contexto, enquanto as águas mais superficiais estavam sujeitas a circulação (por exemplo, gerada pelo vento), permitindo assim que os peixes ocupassem a região superior da coluna d’água, os fundos provavelmente eram pobres em oxigênio, aumentando assim o potencial de preservação destes e da matéria orgânica associada. Isto é, o ambiente localmente lacustre de Amargosa pode ter sido composto por uma coluna d’água estratificada.

Veios, placas e discos de barita são comumente encontrados no intervalo estudado da Camada Amargosa (*i.e.*, N3, N5 e lamito avermelhado) (SANTOS & REIS, 2011; FREITAS, 2014). Em alguns casos, peixes articulados estão preservados como contramoldes em placas de barita (veja SANTOS & REIS, 2011, p. 50, fig. 3.46), indicando que a precipitação da barita provavelmente ocorreu imediatamente após a deposição dos sedimentos. De fato, segundo Muricy Filho & Neves (2001, p. 29), a mineralização da barita seria sin-diagenética e formada no estágio de pré-consolidação da rocha (*i.e.*, durante o estágio local pós-rifte Alagoas, Aptiano). Ainda, a coloração amarelada do lamito em N3 (Figs. 3, 4B) indica a presença de sulfatos nos sedimentos, condição associada à anoxia de fundo. A presença de sulfatos sin-deposicionais já foi anteriormente registrada na Camada Amargosa na Sub-bacia do Tucano Norte (VAREJÃO *et al.*, 2019).

Em suma, as variações na coloração das rochas, no conteúdo fossilífero e no modo de preservação refletem mudanças na profundidade, oxigenação, composição química da água e influxo de água doce no sistema lacustre de Amargosa. De fato, duas fases distintas (ciclos) são reconhecidas na história desse sistema aquático. O primeiro ciclo (N0 e N4) é caracterizado pela dominância de organismos de água doce (ostracodes, “conchostráceos” e camarões) e, o segundo ciclo (N5-N6), é dominado por peixes com afinidades tetianas, que provavelmente habitaram ambientes com salinidade variável (*i.e.*, estuários) (BRITO & ALVARADO-ORTEGA, 2008; ALVARADO-ORTEGA & BRITO, 2010; AMARAL & BRITO, 2012) (Fig.

14). Porém, como elegantemente exposto por Poyato-Ariza *et al.* (1998, p. 65), “é necessário cuidado ao utilizar um único ou alguns taxa como indicadores paleoambientais, especialmente quando esses são peixes.” De qualquer forma, táxons marinhos estenohalinos estão completamente ausentes na biota de Amargosa.

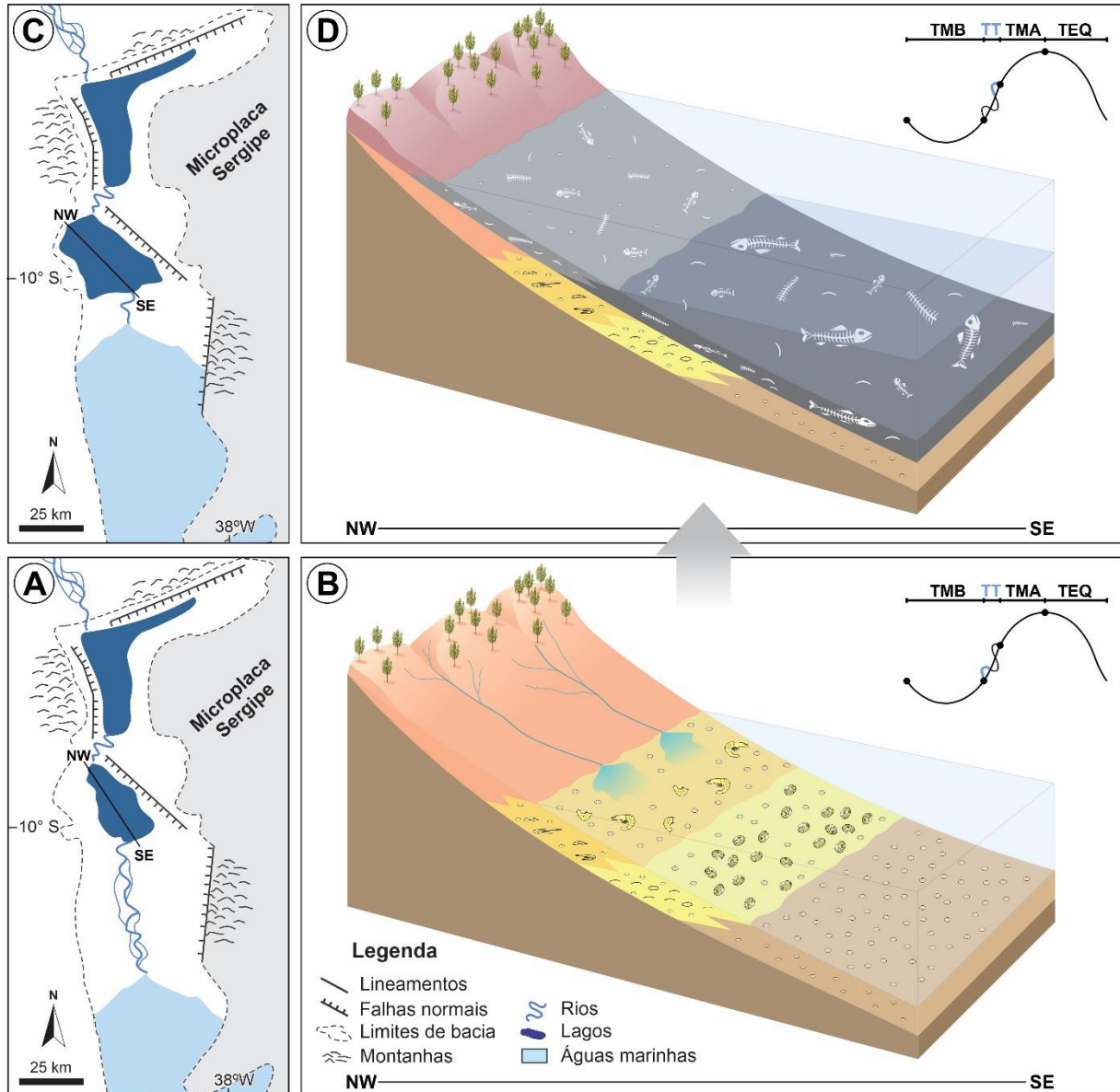


Figura 14. Mapas paleogeográficos, indicando, o sistema lacustre de Amargosa (A, C) em sua localidade tipo e os respectivos blocos diagramas ilustrando os ciclos de granocrescência ascendente (N0-N4; B e N5-N6 ao lamito avermelhado sobrejacente; D). Explicação: TMB., trato de mar baixo; TT., trato transgressivo; TMA., trato de mar alto; TEQ., trato de estágio de queda.

4.2. Distribuição vertical dos fósseis e padrão de preservação

No intervalo estudado, a paleobiota da Camada Amargosa não se apresenta distribuída aleatoriamente nos níveis fossilíferos e seus elementos ocorrem abundantemente em apenas alguns níveis (Figs. 5, 7). No início da sucessão, são encontrados raros restos de plantas e

carapaças de ostracodes dispersas nos argilitos do intervalo N0 (Figs. 4B-5). Os restos incarbonizados de plantas são muito pequenos (milimétricos), sugerindo que esses foram submetidos a transporte intenso ou exposição prolongada na interface água-sedimento, sob condições energéticas. Logo acima, nos argilitos do primeiro nível onde os fósseis se tornam comuns (N1), é observado um pavimento rico em escamas (Figs. 4B-5, 8A). Porém, ossos e outros restos de peixes não foram encontrados, indicando novamente prolongada exposição dos peixes às condições do fundo do lago. Considerando a natureza dos sedimentos siliciclásticos, a possibilidade de seleção *in situ* por transporte hidráulico é descartada. Alternativamente, as escamas de peixes podem ter sido previamente selecionadas por processos fluviais, transportadas em suspensão assim como sedimentos finos e depositadas após a decantação. No nível N2, carapaças de “conchostráceos” são os fósseis mais abundantes e ocorrem por vezes articuladas e não fragmentadas, sugerindo condições de baixa energia no fundo e nenhum ou reduzido transporte hidráulico. De fato, estes fósseis são claramente elementos autóctones (senso KIDWELL *et al.*, 1986). Na base do próximo nível, N3, camarões completos ou parcialmente articulados são comuns. O alto grau de articulação desses indica soterramento rápido e ausência de necrófagos e bioturbadores, sugerindo condições disóxicas a anóxicas. Em direção ao topo de N3, a desarticulação aumenta (Fig. 11E-F; Tabela 6), sugerindo leve aumento da energia da água e/ou prolongada exposição na interface água/sedimento, antes do soterramento final. Em todo o intervalo, os camarões estão lateralmente comprimidos e preservados como filmes carbonosos amarelados, apresentando o abdômen geralmente flexionado (Fig. 11). A flexão do abdômen pode sugerir condições de baixa salinidade ou mudanças abruptas na temperatura da água (VENKATARAMIAH *et al.*, 1977, em OVERSTREET, 1985, e LAVILLA-PITOGO *et al.*, 2000). Acima de N3, ocorre uma camada de siltito afossilífero com cerca de 8cm de espessura (N4) (Figs. 3D,4B-5).

Os peixes são comuns em dois níveis específicos (N5-N6) na porção superior do intervalo estudado. Em ambos os níveis eles apresentam alto grau de articulação e alguns mostram características como curvatura da coluna vertebral, nadadeiras flabeladas e boca aberta, provavelmente refletindo contrações musculares involuntárias (*i.e.*, tetania). Tais contrações poderiam decorrer devido à anoxia ou variações bruscas na salinidade e/ou alcalinidade (veja PAN *et al.*, 2019). Estas assinaturas tafonômicas indicam ausência de reorientação dos indivíduos devido a flutuação causada pela produção de gases durante a decomposição.

Em resumo, os dados acima apresentados e discutidos indicam, claramente, que mudanças nos parâmetros ambientais (*e.g.*, oxigênio dissolvido, salinidade, temperatura da água, pH e nível de energia) afetaram o ambiente aquático gerador da Camada Amargosa, para

os quais os grupos fósseis presentes eram sensíveis. Em alguns casos, os níveis fossilíferos refletem a mortalidade em massa dos organismos provocada pela variação intensa nos parâmetros acima mencionados do sistema aquático, associados a períodos de restrição e altas taxas de evaporação.

4.3. *Tafonomia dos ostracodes*

Ostracodes de água doce ocorrem ao longo dos níveis estudados na Camada Amargosa, geralmente concentrados em sucessivos pavimentos milimétricos, como nos níveis N1, N2, N3 e N6. Em outros casos, os ostracodes ocorrem densamente associados a fósseis corpóreos, como os restos de peixes preservados no nível N6 (ver Fig. 13). Esses são representados por moldes internos ou externos. Não há evidência de fragmentação e as valvas estão geralmente articuladas fechadas e dispostas aleatoriamente na matriz. Embora dados sobre a composição taxonômica dos ostracodes que compõem os pavimentos não estejam disponíveis, eles constituem, aparentemente, assembleias monoespecíficas, considerando a morfologia preservada dos indivíduos.

As evidências acima sugerem que esses ostracodes são elementos autóctones, preservados *in situ*, que devem ter estado expostos na interface água-sedimento por um curto intervalo de tempo, não apresentando sinais de transporte hidráulico. A possível natureza monoespecífica das assembleias pode indicar condições de alto estresse ambiental. De fato, em alguns intervalos os ostracodes são os principais elementos bentônicos (Figs. 5, 6F) que, devido ao seu ciclo de vida curto e natureza euritópica, foram capazes de prosperar em fundos lamosos, provavelmente, durante condições de alto estresse ambiental, devido às variações extremas nas concentrações de oxigênio dissolvido e salinidade das águas do fundo do lago Amargosa. Assim como ocorre nas assembleias monoespecíficas ricas em ostracodes da Formação Romualdo, da Bacia do Araripe, a grande quantidade desses organismos em torno de restos de peixes (ver Fig. 13) sugere que eles, possivelmente, se alimentavam de carcaças em decomposição (FÜRSICH *et al.*, 2019, p.276). Na verdade, eles ocorrem de modo extremamente abundante quando associados a restos de peixes em estágio avançado de decomposição (ver Fig. 13C-F).

4.4. *Tafonomia dos “conchostráceos” (Spinicaudata)*

As informações paleoambientais e tafonômicas providas pelos “conchostráceos” estão dispostas nas tabelas 3, 10 e 11. Com relação a estes invertebrados, é sabido que a grande variação quanto à expectativa de vida, taxa de crescimento, tolerância ecológica, ambientes

aquáticos colonizados, dimorfismo sexual e modo de vida (nadadores, rastejadores, escavadores) caracteriza o grupo (FÜRSICH *et al.*, 2007a, p. 447). Tais características tornam extremamente difícil a tarefa de reconstruir os hábitos de vida dos “conchostráceos” fósseis (FÜRSICH *et al.*, 2007a, p. 447) em muitas sucessões sedimentares continentais.

As carapaças de “conchostráceos” são os elementos dominantes no argilito do nível fossilífero N2 (Figs. 5, 7 e 9A-D). Conforme mostrado na Tabela 3, indivíduos bem preservados e articulados, com as valvas fechadas ou abertas são comuns neste nível. Sinais de fragmentação, incrustação, bioerosão ou dissolução das valvas estão ausentes. Portanto, os “conchostráceos” do nível 2 são interpretados como elementos autóctones e os espécimes desarticulados representam indivíduos recentemente mortos expostos na interface água-sedimento. Estas evidências apontam para momentos de águas intermitentes e altas taxas de sedimentação no sistema aquático de Amargosa (Tabela 11), quando os “conchostráceos” prosperaram, como discutido na seção 4.1.

O histograma de frequências de tamanho das carapaças de “conchostráceos” mostra claramente distribuição normal e ao menos cinco picos distintos foram identificados (Fig. 9E). Os “conchostráceos” estudados apresentam carapaças com 2,6 mm e 4,8 mm de comprimento, porém, a maioria das valvas têm entre 3,2 mm e 4,7 mm. Esses dados sugerem mortandade não seletiva, possivelmente aliado a curto intervalo de tempo de exposição das carapaças na interface água-sedimento e soterramento abrupto de organismos vivos.

Conforme discutido em Fürsich *et al.* (2007a), o número e o espaçamento entre linhas de crescimentos sucessivas nos “conchostráceos” podem indicar informações adicionais a respeito da taxa de crescimento das espécies (veja também WEBB, 1979), do início da fase adulta e possivelmente do grau de estresse ambiental. A contagem e caracterização das linhas de crescimento (Tabela 10) dos “conchostráceos” estudados provenientes de N2 parecem indicar que muitos indivíduos são adultos, porque o número de linhas e a densa aglomeração dessas junto à margem ventral das valvas são características de indivíduos adultos (FÜRSICH *et al.*, 2007a).

Finalmente, a presença de “conchostráceos” em números tão elevados em N2 parece estar relacionada à raridade de peixes neste intervalo fossilífero (ver exemplo similar em FÜRSICH *et al.*, 2007a), o que contrasta, nitidamente, com os estratos fossilíferos, dominados por peixes (N5 e N6), onde esses crustáceos são incomuns ou praticamente ausentes. Conforme mostrado na Figura 4B, o sedimento de granulação fina em N2 é bem laminado, indicando que as superfícies de deposição não foram perturbadas por agentes físicos ou biológicos de fundo. Desta forma, parece plausível supor que os “conchostráceos” estudados não escavaram ou

revolveram os sedimentos de fundo, em busca de alimentos, por exemplo. Condição semelhante foi observada por Fürsich *et al.* (2007a) nos estratos ricos em “conchostráceos” da Unidade Jianshangou, da Formação Yixian do Cretáceo Inferior do Oeste de Liaoning, na China. Segundo esses autores, parece mais provável que esses crustáceos repousassem no fundo do lago, nadando na coluna d'água para se alimentar de algas e outros recursos alimentares (FÜRSICH *et al.*, 2007a).

Em resumo, o intervalo dominado por “conchostráceos” (N2) registra a existência de um corpo d'água efêmero (lago), no qual os ambientes bentônicos foram abundantemente e rapidamente colonizados por estes crustáceos.

Tabela 10- Relação entre o tamanho das valvas de “conchostráceos” e o número total de linhas de crescimento e a presença de linhas de crescimento aglomeradas na margem da concha, nível II de amostragem, Camada Amargosa, Formação Marizal.

Linhas de crescimento (Spinicaudata)					
Espécime	Código	Comprimento (mm)	Número de linhas de crescimento	Linhas de crescimento aglomeradas	Nível de amostragem
1	DPZ-21013A	3.9	14	----	III
2	DPZ-21013A	4.5	13	----	III
3	DPZ-21013A	3.9	13	----	III
4	DPZ-21013A	3.7	14	----	III
5	DPZ-21013A	3.8	13	----	III
6	DPZ-21013A	3.6	10	----	III
7	DPZ-21013A	4.5	16	presente	III
8	DPZ -21032C	3.2	12	----	III
9	DPZ -21032C	3.1	13	----	III
10	DPZ -21032C	3.8	12	----	III
11	DPZ -21032C	3.5	11	----	III
12	DPZ -21032C	3.6	16	----	III
13	DPZ -21032C	3.8	13	----	III
14	DPZ -21032C	4.0	14	----	III
15	DPZ -21024A	4.0	16	presente	III
16	DPZ -21024A	4.1	17	presente	III
17	DPZ -21024A	3.6	16	----	III
18	DPZ -21024A	3.9	22	presente	III
19	DPZ -21024A	4.0	16	presente	III
20	DPZ -21024A	4.0	13	----	III
21	DPZ -21013C	4.4	25	presente	III
22	DPZ -21013C	3.9	16	----	III
23	DPZ -21013C	4.0	17	----	III
24	DPZ -21013C	3.7	13	----	III
25	DPZ -21013C	3.7	16	----	III
26	DPZ -21013C	4.3	21	presente	III
27	DPZ -21013C	3.8	13	----	III
28	DPZ -21013C	4.1	16	----	III
29	DZP -21019B	4.3	15	----	III
30	DZP-21025	4.4	16	----	III

Tabela 11- Atributos tafonômicos dos “conchostráceos” (N2), Camada Amargosa, e suas respectivas interpretações, segundo dados da literatura.

Tafonomia de “conchostráceos” (Spinicaudata)		
Assinatura Tafonômica	Significado	Autor(es)
Concha articulada fechada	soterramento rápido em condições de baixa energia	Orr <i>et al.</i> (2008)
	as conchas de escavadores rasos, como os cizicídeos, são mais suscetíveis a manter a articulação	Hethke (2014)
	organismos autóctones que colonizaram o substrato durante a estabilização ambiental temporária	Jenisch <i>et al.</i> (2017)
	grande influxo de sedimentos finos em suspensão, gerados em eventos episódicos de inundação	Jenisch <i>et al.</i> (2017)
Concha articulada aberta (<i>Butterfly</i>)	condição tafonômica rara em Spinicaudata; soterramento rápido logo após a decomposição parcial dos ligamentos e músculos, na ausência de perturbação de fundo ou bioturbação do substrato	neste estudo
	ausência de correntes tracionais de fundo	Jenisch <i>et al.</i> (2017)
Concha desarticulada	exposição a leve perturbação do fundo, tempo de residência na interface água-sedimento	Orr <i>et al.</i> (2008)
	conchas de nadadores ativos, como limnádídeos, são mais suscetíveis à desarticulação	Hethke (2014)
	transporte turbulento	Orr <i>et al.</i> (2008)
	decomposição parcial de ligamentos e músculos, correntes fracas	Kobayashi & Kusumi (1953)
	organismos alóctones ou parautóctones	Jenisch <i>et al.</i> (2017)
Concha fragmentada	assinatura biostratinômica produzida por transporte hidráulico	Astrop <i>et al.</i> (2015)
	fragmentação gerada por transporte tende a ocorrer ao longo de zonas de fraqueza, como linhas de crescimento ou elementos da ornamentação (<i>e.g.</i> , costelas)	Brett (1990)
	dissolução parcial das conchas após a morte, durante o tempo de residência na interface água-sedimento	Jenisch <i>et al.</i> (2017)
	fragmentação da concha por processos mecânicos (físicos) durante seu tempo de residência na zona tafonomicamente ativa (TAZ)	Jenisch <i>et al.</i> (2017)
Bioerosão	exposição a processos de raspagem ou perfuração	Escalona <i>et al.</i> (2019)
	tempo de residência na interface água-sedimento, baixas taxas de sedimentação	este estudo
Cor da carapaça	alteração tafonômica relacionada à temperatura durante a fossilização (diagênese)	Tasch (1982)
	dados experimentais indicam que a cor transparente é gerada nas carapaças entre 300° C e 400° C, a crosta marrom-clara aparece quando essas são submetidas a 450° C–600° C, a cor branca superficial se forma entre 600° C e 1.100° C e, por fim, as carapaças adquirem característica vítrea transparente a 1.200° C	Tasch (1982)
Fraturas/rugas/dobras	assinatura tafonômica diagenética gerada principalmente por compressão	neste estudo
	perda das propriedades físicas originais das carapaças (<i>e.g.</i> , flexibilidade), tornando-as mais suscetíveis a fraturas por compressão pós-morte. O processo é favorecido pela substituição diagenética precoce dos minerais originais da carapaça	Monferran <i>et al.</i> (2018); veja também Stigall <i>et al.</i> (2008)
	dissolução parcial das valvas pós-morte, durante seu tempo de residência na zona tafonomicamente ativa (TAZ)	Jenisch <i>et al.</i> (2017)
	rugas e dobras da carapaça se originam durante a compressão, na diagênese	Zacarias <i>et al.</i> (2019)
	fraturas frescas na margem da concha estão associadas à compactação durante a diagênese	Zacarias <i>et al.</i> (2019)

4.5. Tafonomia dos camarões palaemonídeos

A análise detalhada de 33 camarões palaemonídeos preservados na parte basal de N3 (Fig. 11A, C) revela que 45,45% deles são indivíduos completos, 18,18% são indivíduos que apresentam o cefalotórax articulado ao abdômen, porém sem a presença do leque caudal, 27,27% são abdomens desarticulados das demais partes anatômicas e apenas 9,09% são representados por cefalotórax isolados (Tabela 5). Os indivíduos completos ou aqueles que apresentam o cefalotórax articulado ao abdômen (n= 21; 63,63%; Tabela 6) representam, provavelmente, carcaças e não ecdises. O número significativo de camarões completos sugere mortalidade causada por evento tóxico de curta duração (veja também SCHWEITZER *et al.*, 2014; Tabela 12), provavelmente, associado a variações bruscas na oxigenação, salinidade e pH das águas do lago Amargosa. No intervalo superior de N3, os camarões são mais abundantes (n=99), e os indivíduos desarticulados são mais frequentes. Do total de indivíduos analisados, 46,46% são espécimes completos e quase completos (cefalotórax articulado ao abdômen, porém sem leque caudal), 4,04% são indivíduos em que o abdômen ainda se encontra articulado ao leque caudal e apenas 5,05% são cefalotórax isolados. Finalmente, é notável o número de abdomens isolados (42,42%). O alto número de indivíduos desarticulados parece estar relacionado ao maior tempo de exposição no fundo, possivelmente refletindo baixas taxas de decantação de finos. A natureza finamente laminada do intervalo, exclui a possibilidade da atuação de correntes, necrófagos e bioturbadores como principais agentes de desarticulação. Por sua vez, a preservação de camarões palaemonídeos completos ou quase completos implica em decomposição mínima na interface água-sedimento, uma vez que camarões durante a necrólise podem flutuar em direção a superfície da coluna d'água e desintegrar ou desarticular mesmo na ausência de qualquer movimentação (*i.e.*, correntes de fundo) (PLOTNICK, 1986; ALLISON, 1986, 1988; BRIGGS *et al.*, 1991; BRIGGS & KEAR, 1994; SAGEMANN *et al.*, 1999; SCHWEITZER *et al.*, 2014). Em outras palavras, os indivíduos completos foram submetidos a um curto tempo de residência na interface água-sedimento (ALLISON, 1986, 1988; PLOTNICK, 1986; SCHWEITZER *et al.*, 2014; Tabela, 12), o que pode ser resultado de eventos de soterramento rápido, *in situ*, por sedimentos de granulação fina (PLOTNICK, 1986; KIDWELL *et al.*, 1986), na ausência de necrófagos, bioturbadores e em condições de baixa oxigenação (ALLISON, 1986; PLOTNICK, 1986). A laminação do lamito amarelado com discos de barita em N3, e os camarões preservados como “manchas”, sugerem piritização e subsequente substituição por óxido de ferro (DU *et al.*, 2020). Portanto, esta é mais uma evidência de anoxia no fundo do lago.

No que diz respeito a orientação em planta, dos camarões palaemonídeos e seus restos, não há indícios de alinhamento preferencial significativo, reforçando a ideia de que estes elementos não foram expostos a correntes de fundo e/ou transporte pré-deposicional. Os espécimes articulados estão ainda em posição lateral estável (Fig. 11A-D, F; Tabela 4). Portanto, todas as evidências sugerem que esses delicados camarões não foram incorporados aos sedimentos pela rápida deposição de nuvens turbulentas de sedimentos finos. Neste caso, os restos de camarões apresentariam orientações distintas e aleatórias em meio aos sedimentos (*e.g.*, BRIGGS & KEAR, 1994).

Tabela 12- Atributos tafonômicos dos camarões (N3), Camada Amargosa, e suas respectivas interpretações, segundo dados da literatura.

Tafonomia de Camarão		
Assinatura Tafonômica	Significado	Autor(es)
Totalmente articulado/completo	curto tempo de residência na interface água-sedimento	Allison (1986, 1988); Plotnick (1986)
	ausência necrófagos e bioturbadores	Plotnick (1986)
	soterramento rápido	Plotnick (1986)
	soterramento <i>in situ</i>	Kidwell <i>et al.</i> (1986)
	soterramento por camada espessa de sedimentos (zona tafonômica ativa, TAZ)	Plotnick (1986)
	presença de muitos espécimes exibindo restos completos, incluindo apêndices, sugere morte e soterramento rápido	Schweitzer <i>et al.</i> (2014)
	grande número de indivíduos completos em planos de acamamentos distintos sugere morte por evento tóxico de curta duração	Schweitzer <i>et al.</i> (2014)
Desarticulado	exposição rápida à ação necrófaga, distúrbio físico, bioturbação infaunal e decomposição bacteriana	Allison (1986); Plotnick (1986)
	extenso tempo de residência na interface água-sedimento e/ou exposição a bioturbadores ou transporte hidráulico	Prado <i>et al.</i> (2019)
	flutuação gerada por gases produzidos na decomposição	Allison (1986)
	a desarticulação induzida pela decomposição pode ocorrer sob mínimo transporte, quando as carcaças são impulsionadas da interface água-sedimento por gases gerados ao longo da decomposição	Allison (1986)
Unidades esqueléticas dissociadas	partes isoladas dissociadas (carapaça, esterno, abdômen e apêndices) ou fragmentos indicam tempo de residência prolongado na interface água-sedimento. A desconexão entre a carapaça e o abdômen ocorre entre a terceira e a quarta semanas após a morte	Bishop (1986); Bishop & Williams (2005)
	exposição a fluxos turbulentos	Allison (1986)
Esticado	a expansão dos tecidos internos (devido à absorção osmótica) leva à flexão ventral do abdômen e distensão das membranas artrodiais, que podem começar a se romper (principalmente no abdômen)	Briggs & Kear (1994)
Flexionado	a presença de abdômen completamente ou parcialmente flexionado geralmente ocorre em águas de baixa salinidade e baixa temperatura. Abdômens contraídos e dobrados ocorrem comumente associados ao desequilíbrio dos minerais e à mudança abrupta nas temperaturas da água e do ar	Venkataramiah <i>et al.</i> 1977 (citado por Overstreet, 1985); Lavilla-Pitogo <i>et al.</i> (2000)
Orientação em relação ao plano de acamamento	orientação lateral; camarão apoiado no substrato com o lado direito ou esquerdo paralelo ao plano de acamamento. Essa é a posição estável na interface água-sedimento	Schweitzer <i>et al.</i> (2014)
	orientação dorsal/ventral; presença de grandes escafoeritos estendidos lateralmente, estabilizando os indivíduos nesta orientação instável	Schweitzer <i>et al.</i> (2014)
Incrustação	a ausência de epibiontes sugere que os camarões eram nadadores ou exibiam mecanismos eficientes de limpeza	Schweitzer <i>et al.</i> (2014)

4.6. Tafonomia dos peixes

Uma das características mais notáveis da Camada Amargosa é o grande número de peixes totalmente articulados registrados nos níveis N5 e N6 (65,33% e 55,13%, respectivamente; Tabelas 7, 8, 9 e 13). A presença de abundantes peixes fósseis em um estrato bem definido é um bom indicador de evento de mortalidade em massa, especialmente em N5 (BELL *et al.*, 1989). Esta possibilidade é suportada pela presença de espécimes que apresentam características relacionadas à tetania (ver PAN *et al.*, 2019), incluindo nadadeiras flabeladas (Fig. 12A, G), bocas abertas (Fig. 12G-H; Tabela 9) e curvatura da coluna vertebral (Fig. 12B, D). Alguns espécimes bem preservados em N6 exibem um filme carbonoso onde estariam estruturas de tecidos moles (*i.e.*, olhos, Fig. 12A, C, E-F), assim como parte dos espécimes em N5 mostra o padrão de coloração preservado (Figs. 12A, 13A). A preservação excepcional desses espécimes pode ser resultado da ausência de flutuação após a morte e soterramento rápido em condições de aumento da salinidade e alcalinidade (ELDER & SMITH, 1988; BARTON & WILSON, 2005; FÜRSICH *et al.*, 2007b; MANCUSO, 2012; PAN *et al.*, 2015; GÄB *et al.*, 2020).

Gäb *et al.* (2020) mostraram recentemente que os parâmetros ambientais que efetivamente previnem ou retardam a decomposição antes do soterramento definitivo de carcaças de peixes são: (i) pressão hidrostática na coluna d'água suficientemente forte de modo a prevenir que a carcaça flutue e conseqüentemente afunde, (ii) condições hipersalinas bem acima da salinidade da água do mar e (iii) pH alto, capaz de suprimir a taxa de reprodução de bactérias. Estes autores notaram ainda, que a anoxia de fundo é um fator chave, responsável por manter os sedimentos livres de necrófagos, porém não parece retardar ou prevenir a decomposição (GÄB *et al.*, 2020). O estudo tafonômico dos peixes que viveram no paleolago Amargosa merece futura análise geoquímica de forma a determinar precisamente a história diagenética que levou a preservação excepcional dos espécimes. As baixas taxas de oxigenação no fundo e variações da salinidade, como anteriormente discutido na seção 4.1., podem ter sido o gatilho que levou a mortalidade em massa e de alguma forma favoreceu a preservação excepcional.

Por outro lado, sob uma perspectiva paleoecológica, a assembleia de peixes da Camada Amargosa de Euclides da Cunha, Bahia, aponta para condições semelhantes às observadas em estratos vizinhos do Sistema de Riftes do Leste Brasileiro (EBRIS, senso MAISEY, 2000). Vários tipos de paleoambientes deposicionais associadas a condições semiáridas foram gerados durante a fase final de abertura do Oceano Atlântico Sul, incluindo habitats dulciaquícolas

rasos, sob influência marinha ocasional, devido à sua proximidade com o oceano em desenvolvimento (FREITAS *et al.*, 2017; VAREJÃO *et al.*, 2019, 2021; RIBEIRO *et al.*, 2021). De fato, a paleoictiofauna da Camada Amargosa inclui alguns grupos que apresentam representantes vivos, como Chanidae, Gonorynchiformes e Clupeiformes (*Clupavus brasiliensis*). A família Chanidae inclui uma única espécie viva, *Chanos chanos*, que habita ambiente marinho-estuarino. Porém, outras formas são encontradas em estratos gerados em ambientes de água doce do Cretáceo, como nas formações Quiricó, na Bacia Sanfranciscana (RIBEIRO *et al.*, 2018), Las Hoyas, na Bacia Ibérica (FARA *et al.*, 2007; BUSCALIONI *et al.*, 2010) e na Formação Crato, na Bacia do Araripe (RIBEIRO *et al.*, 2021). O gênero *Clupavus* também é registrado na Bacia do Gabão, em folhelhos (lacustres e fluviais) e arenitos do Jurássico Superior-Aptiano Inferior (pré e sin-rifte), os quais são recobertos por evaporitos do Aptiano Superior (MAISEY, 2000). A assembleia de peixes do intervalo estudado inclui ainda linhagens completamente extintas, como Ichthyodectiformes, Inoscofiformes e Aspiorhynchiformes, que são bem representadas na paleoictiofauna do Sistema de Riftes do Leste Brasileiro, em depósitos tipicamente continentais, com influência marinha (MAYSEY, 2000).

Tabela 13- Atributos tafonômicos dos peixes (N5 e N6), Camada Amargosa, e suas respectivas interpretações, segundo dados da literatura.

Tafonomia de Peixe		
Assinatura Tafonômica	Significado	Autor(es)
Totalmente articulado	soterramento rápido por sedimentos ou por esteiras microbianas	Fürsich <i>et al.</i> (2007b)
	presença de cobertura protetora (<i>i.e.</i> , escamas ganoides, cosmoides)	Anderson & Wood (2013)
	fundos privados de oxigênio	Elder & Smith (1988); Mancuso (2012)
	ausência de fluxos turbulentos, ondas e correntes	Elder & Smith (1988); Mancuso (2012)
	transporte lateral reduzido antes do soterramento final	Muscente <i>et al.</i> (2019)
Parcialmente articulado	se os elementos do esqueleto estão dispostos ao redor das carcaças, parte do processo de decomposição ocorreu antes do soterramento final	Pan <i>et al.</i> (2019)
Desarticulado	intensos processos de necrofagia, turbulência ou flutuação ao longo da decomposição	Elder & Smith (1988); Barton & Wilson (2005)
Completo	soterramento final, antes da decomposição avançada	Pan <i>et al.</i> (2019)
	ausência de flutuação antes do soterramento final	Elder & Smith (1988); Barton & Wilson (2005); Pan <i>et al.</i> (2015)
Incompleto	intensa flutuação, decomposição, necrofagia, predação antes do soterramento final	neste estudo
Carcaça sem cabeça	predação ativa	Pan <i>et al.</i> (2019)
	desarticulação inicial	Anderson & Woods (2013)
Carcaça sem nadadeira caudal	a separação da nadadeira caudal pode ser produzida por vários processos, incluindo predação e curvatura da coluna vertebral de uma carcaça ancorada ao fundo (fixa)	Weigelt (1927); Viohl, (1994); Fürsich <i>et al.</i> (2007b); Chellouche <i>et al.</i> (2012); Pan <i>et al.</i> (2019)
Carcaça sem as demais nadadeiras	energia da água, turbulência ou ondas	Elder (1985); Barton & Wilson (2005)
Cabeça isolada	curvatura do corpo do peixe juntamente com o movimento da água (<i>i.e.</i> , a cabeça se encontra presa ao substrato enquanto o resto da coluna é dobrada)	Weiler (1929); Chellouche <i>et al.</i> (2012)
	predação ativa	Pan <i>et al.</i> (2019)
Nadadeira flabelada	relacionado à tetania (<i>rigor mortis</i>) devido à anoxia; salinidade, alcalinidade, choque térmico (temperatura) e/ou envenenamento por toxinas vegetais	Schaeffer & Mangus (1976); Elder (1985); Barton & Wilson (2005); Anderson & Woods (2013)
Coluna vertebral reta	águas não hipersalinas	Chellouche <i>et al.</i> (2012)
Coluna vertebral ligeiramente/fortemente curvada	a flexão da coluna vertebral (<i>i.e.</i> , postura opistotônica) é causada por vários processos distintos	neste estudo
	contração pós-morte provavelmente causada por falta de oxigênio no sistema respiratório ou presenças de toxinas que levam a problemas respiratórios ou danos diretos ao sistema nervoso central	Faux & Padian (2007); Chellouche <i>et al.</i> (2012)
	característica tetânica	Elder (1985)
	resultante de resistência variável à decomposição dos diferentes tecidos moles	Reisdorf & Wuttke (2012)
	em peixes delgados, esta assinatura pode ser gerada pelo alongamento excessivo do ventre devido ao acúmulo de gases na cavidade abdominal ou pela tensão dos ligamentos	Weigelt (1927); Chellouche <i>et al.</i> (2012)
	é uma característica pós-morte, uma vez que os corpos sem cabeça (restos de predação) também mostram forte arqueamento côncavo da coluna vertebral	Pan <i>et al.</i> (2019)
	instigada pela desidratação osmótica e sucessiva contração dos músculos e ligamentos que conectam as espinhas neurais dos peixes em águas hipersalinas	Seilacher <i>et al.</i> (1985)
a curvatura da coluna do peixe pode ocorrer em águas salinas normais	Weiler (1929)	

Tabela cont.

Coluna vertebral quebrada	quebra ocorrendo antes da separação das nadadeiras caudais e crânios, especialmente onde a quebra ocorre diretamente no ponto de fixação desses elementos	Chellouche <i>et al.</i> (2012)
	presença de corrente atingindo carcaça anteriormente curvada, levando à quebra da coluna vertebral e posterior alinhamento das duas partes do corpo	Chellouche <i>et al.</i> (2012).
	gases de decomposição no interior das cavidades corporais insuficientes para gerar flutuação das carcaças, condição característica de um ambiente de deposição com no mínimo 10 metros de profundidade	Elder (1985)
	pressão dos gases de decomposição alta o suficiente para causar deslocamentos da coluna vertebral após a morte	Pan <i>et al.</i> (2019)
Boca aberta	relacionado à tetania, devido à oxigenação d'água (anoxia/hipóxia), salinidade ou alcalinidade e choque térmico, quando as contrações musculares fazem a boca se abrir amplamente	Elder (1985); Barton & Wilson (2005)
Orientação lateral	ausência de quantidades consideráveis de gases produzidos durante a decomposição, ausência de orientação das carcaças dos peixes devido à flutuabilidade. Quando a gravidade é maior que a flutuabilidade, os corpos dos peixes apresentam posição lateral. O aumento da flutuabilidade vira os corpos com o ventre para cima	Pan <i>et al.</i> (2015)
Orientação dorsal/ventral	flutuabilidade devido a quantidades consideráveis de gases produzidos por bactérias que expandem a cavidade abdominal causando a reorientação dos peixes com seus ventres voltados para cima	Pan <i>et al.</i> (2015)

5. CONCLUSÕES

Durante o Cretáceo Inferior, na área do Vilarejo Amargosa, Euclides da Cunha, Bahia, Brasil, o sistema fluvial representado pelas rochas do Membro Banzaê, Formação Marizal, evoluiu para um sistema localmente lacustre que gerou a Camada de Amargosa. Dois ciclos são reconhecidos, o primeiro de N0 a N4, dominado por ostracodes, “conchostráceos” e camarões palaemonídeos. O segundo ciclo, de N5 aos lamitos avermelhados, sobrejacentes, é composto por argilitos bem laminados ricos em peixes fósseis, que provavelmente prosperaram em condições de salinidade variável. Porém, grupos marinhos estenohalinos estão ausentes na Biota de Amargosa, ao menos em sua seção tipo. Portanto, variações na coloração da rocha, no conteúdo fossilífero e nos modos de preservação refletem mudanças nos parâmetros ambientais ao longo da sucessão sedimentar (*i.e.*, variações na profundidade das águas, nas taxas de oxigenação, na composição química das águas e o influxo de água doce). As assinaturas tafonômicas verificadas nos fósseis preservados nos estratos de Amargosa, sugerem que estes organismos provavelmente representam parte da biota original, preservada *in situ*, que prosperou ao longo da evolução do ecossistema aquático.

A abundância de determinados grupos em intervalos distintos (*e.g.*, N2, N3, N5, N6) parece representar momentos específicos em que as condições paleoambientais foram menos estressantes, permitindo que certos organismos pudessem colonizar o ambiente. Mudanças bruscas nos parâmetros aquáticos (*i.e.*, oxigênio, salinidade, pH), juntamente com a eutrofização do lago em condições semiáridas, podem ter sido os elementos responsáveis pela mortalidade em massa dos grupos dominantes.

A presença de organismos levemente biomerizados (*i.e.*, camarão) e tecidos moles (*i.e.*, olhos de peixes) preservados como filmes carbonosos, indicam a presença de trajetórias tafonômicas diagenéticas complexas, provavelmente em associação a condições de aumento de salinidade, pH e fundos pobremente oxigenados (anoxia).

Apesar deste estudo contribuir para o conhecimento detalhado da distribuição estratigráfica e da bioestratinomia dos diferentes grupos fósseis da Camada Amargosa, a compreensão da sua história diagenética constitui um importante tema a ser explorado em futuro próximo. Finalmente, os fósseis excepcionalmente preservados no intervalo inferior da Camada Amargosa indicam que estas rochas contêm um novo depósito do tipo *Konservat-Lagerstätte* do Cretáceo Inferior do interior do nordeste brasileiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLISON, P. A. Soft-bodied animals in the fossil record: The role of decay in fragmentation during transport. **Geology**, v. 14, n. 12, p. 979-981, 1986.
- _____. (1988). The role of anoxia in the decay and mineralization of proteinaceous macrofossils. **Paleobiology**, v. 14, n. 2, p. 139-154.
- ALMEIDA-LIMA, D. S. et al. Non-marine ostracods from the Late Jurassic–Early Cretaceous of Araripe, Jatobá and Tucano Norte basins, northeast Brazil. **Revue de micropaléontologie**, v. 74, p. 100605, 2022.
- ALVARADO-ORTEGA, J.; BRITO, P. M. A new ichthyodectiform (Actinopterygii, Teleostei) from the Lower Cretaceous Marizal Formation, north-east Brazil. **Palaeontology**, v. 53, n. 2, p. 297-306, 2010.
- AMARAL, C. R. L.; BRITO, P. M. A new Chanidae (Ostariophysii: Gonorynchiformes) from the Cretaceous of Brazil with affinities to Laurasian gonorynchiforms from Spain. **PLoS One**, v. 7, n. 5, p. e37247, 2012.
- ANDERSON, K.; WOODS, A. D. Taphonomy of Early Triassic fish fossils of the Vega-Phroso Siltstone Member of the Sulphur Mountain Formation near Wapiti Lake, British Columbia, Canada. **Journal of Palaeogeography**, v. 2, n. 4, p. 321-343, 2013.
- 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**. 1990. p. 225-240.
- ASSINE, M. L. 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. 03-07, 2016.
- ASTROP, T. I. et al. Mechanical properties of the chitin-calcium-phosphate “clam shrimp” carapace (Branchiopoda: Spinicaudata): implications for taphonomy and fossilization. **Journal of Crustacean Biology**, v. 35, n. 2, p. 123-131, 2015.
- BARBOSA, A. Nota sobre plantas fósseis da Formação Cícero Dantas do Cretáceo da Bahia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 1, p. 25-28, 1950.
- BARTON, D. G.; WILSON, M. V. Taphonomic variations in Eocene fish-bearing varves at Horsefly, British Columbia, reveal 10 000 years of environmental change. **Canadian Journal of Earth Sciences**, v. 42, n. 2, p. 137-149, 2005.
- BELL, M. A.; WELLS, C. E.; MARSHALL, J. A. Mass-mortality layers of fossil stickleback fish: catastrophic kills of polymorphic schools. **Evolution**, v. 43, n. 3, p. 607-619, 1989.
- BERTHOU, P. Y.; VIANA, M. S. S.; CAMPOS, D. A. Coupe de la Formation Santana dans le secteur de Pedra Branca (Santana do Cariri) (Bassin d'Araripe, NE du Brésil). Contribution à l'étude de la sédimentologie et des paléoenvironnements. In: **Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste**. 1990. p. 173-191.

BEURLEN, K. Alguns restos de crustáceos decápodes d'água doce fósseis no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 22, n. 4, p. 453-459, 1950.

BISHOP, G. A. Taphonomy of the North American decapods. **Journal of Crustacean Biology**, v. 6, n. 3, p. 326-355, 1986.

BISHOP, G. A.; WILLIAMS, A. B. Taphonomy and preservation of burrowing thalassinidean shrimps. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 118, n. 1, p. 218-236, 2005.

BITTENCOURT, J. S. et al. The morphology and systematics of the clam shrimp *Platyestheria* gen. nov. *abaetensis* (Cardoso) (Crustacea, Spinicaudata) from the Lower Cretaceous of the Sanfranciscana Basin, southeast Brazil. **Cretaceous Research**, v. 91, p. 274-286, 2018.

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

BRETT, C. E. Destructive taphonomic processes and skeletal durability. In: BRIGGS, D. E. G.; CROWTHER, P.R. (Eds.). **Paleobiology: A Synthesis**. Blackwell Scientific Publication, Oxford, 1990. p. 223-226.

BRIGGS, D. E. G.; CLARK, N. D. L.; CLARKSON, E. N. K. The Granton 'shrimp-bed', Edinburgh—a Lower Carboniferous Konservat-Lagerstätte. **Earth and Environmental Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh**, v. 82, n. 1, p. 65-85, 1991.

BRIGGS, D. E. G.; KEAR, A. J. Decay and mineralization of shrimps. **Palaios**, v. 9, n. 5, p. 431-456, 1994.

BRITO, P. M.; ALVARADO-ORTEGA, J. A new species of Placidichthys (Halecomorphi: Ionoscopiformes) from the Lower Cretaceous Marizal Formation, northeastern Brazil, with a review of the biogeographical distribution of the Ophiopsidae. **Geological Society, London, Special Publications**, v. 295, n. 1, p. 145-154, 2008.

BUSCALIONI, A. D.; FREGENAL MARTÍNEZ, M. A. A holistic approach to the palaeoecology of las hoyas konservat-lagerstätte (La Huérguina Formation, Lower Cretaceous, Iberian ranges, Spain). **Journal of Iberian Geology**, v. 36, n. 2, p. 297-326, 2010.

CARMO, D. A. et al. Redescritção de *Theriosynoecum silvai* e *Darwinula martinsi*, Membro Crato (Formação Santana), Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, NE, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n. 2, p. 151-158, 2004.

CARVALHO, I. S.; MELO, J. H. G. Bacias interiores do Nordeste. Geologia do Brasil. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M.; BARTORELLI, A. (Eds.). **Beca**, São Paulo, 2012. p. 502-509.

CHELLOUCHE, P.; FÜRSICH, F. T.; MÄUSER, M. Taphonomy of neopterygian fishes from the Upper Kimmeridgian Wattendorf Plattenkalk of Southern Germany. **Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments**, v. 92, n. 1, p. 99-117, 2012.

COIMBRA, J. C.; ARAI, M.; CARREÑO, A. L. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe Basin, northeastern Brazil. **Geobios**, v. 35, n. 6, p. 687-698, 2002.

DU, K. S. et al. A new early Cambrian Konservat-Lagerstätte expands the occurrence of Burgess Shale-type deposits on the Yangtze Platform. **Earth-Science Reviews**, v. 211, p. 103409, 2020.

ELDER, R. L. **Principles of aquatic taphonomy with examples from the fossil record (biostratigraphy, lake sedimentation, paleolimnology, paleoichthyology, vertebrate paleontology)**. 1985. Tese de Doutorado. University of Michigan.

ELDER, R. L.; SMITH, G. R. Fish taphonomy and environmental inference in paleolimnology. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 62, n. 1-4, p. 577-592, 1988.

ESCALONA, E. L. B.; MANCUSO, A. C.; BENAVENTE, C. A. Bioerosion on spinicaudata shells from a Triassic freshwater paleolake, Mendoza, Argentina. **Palaios**, v. 34, n. 12, p. 616-630, 2019.

FARA, E.; GAYET, M.; TAVERNE, L. Les Gonorynchiformes fossiles: distribution et diversité. **Cybium**, v. 31, n. 2, p. 125-132, 2007.

FAUX, C. M.; PADIAN, K. The opisthotonic posture of vertebrate skeletons: postmortem contraction or death throes? **Paleobiology**, v. 33, n. 2, p. 201-226, 2007.

FIGUEIREDO, F. J. A new euteleostean fish from the Lower Cretaceous of Tucano Basin, north-eastern Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 62, n. 3, p. 293-307, 2004.

FREITAS, B. T. **A Formação Marizal (Aptiano) na Bacia do Tucano (BA): Contribuições à análise da arquitetura de depósitos fluviais e implicações paleobiogeográficas**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FREITAS, B. T. et al. Aptian sedimentation in the Recôncavo-Tucano-Jatobá Rift System and its tectonic and paleogeographic significance. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 80, p. 460-481, 2017.

FÜRSICH, F.T. et al. High resolution palaeoecological and taphonomic analysis of Early Cretaceous lake biota, western Liaoning (NE-China). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 253, n. 3-4, p. 434-457, 2007a.

_____. (2007b). Sedimentology, taphonomy, and palaeoecology of a laminated plattenkalk from the Kimmeridgian of the northern Franconian Alb (southern Germany). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 243, n. 1-2, p. 92-117.

- 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.
- GÄB, F. et al. Experimental taphonomy of fish-role of elevated pressure, salinity and pH. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2020.
- GALLEGO, O. F. et al. Reassignment of *Lioestheria codoensis* Cardoso (Spinicaudata, Antronestheriidae) from the Lower Cretaceous of Brazil: systematics and paleoecology. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 16, n. 4, p. 47-60, 2013.
- GHIGNONE, J. I. Geologia dos sedimentos fanerozóicos do Estado da Bahia. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia, Textos Básicos, SME/COM, Salvador**, v. 1, p. 23-117, 1979.
- HETHKE, M. **A multiproxy approach to studying lake ecosystems in the Mesozoic**. 2014. Tese de Doutorado. Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg.
- JENISCH, A. G. et al. Stratigraphic distribution, taphonomy and paleoenvironments of Spinicaudata in the Triassic and Jurassic of the Paraná Basin. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 80, p. 569-588, 2017.
- KIDWELL, S. M.; FÜRSICH, F. T.; AIGNER, T. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. **Palaios**, v. 1, n. 3, p. 228-238, 1986.
- KIDWELL, S. M.; HOLLAND, S. M. Field description of coarse bioclastic fabrics. **Palaios**, v. 6, n. 4, p. 426-434, 1991.
- KIRKLAND, J. I. Fruta paleontological area (Upper Jurassic, Morrison Formation), Western Colorado: an example of terrestrial taphofacies analysis. In: FOSTER, J. R.; LUCAS, S.G. (Eds.). Paleontology and Geology of the Upper Jurassic Morrison Formation. **New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin**, v. 36, p. 67-95, 2006.
- KOBAYASHI, T.; KUSUMI, H. A study on *Estherites middendorffii* (Jones). **Japanese Journal of Geology and Geography**, v. 23, p. 1-24, 1953.
- LAVILLA-PITOGO, C. R. et al. **Diseases of penaeid shrimps in the Philippines**. Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Tigbauan. **Aquaculture Extension Manual**, n. 16, p. 83, 2000.
- LINDER, F. Affinities within the Branchiopoda, with notes on some dubious fossils. **Arkiv for Zoologi**, v. 37, n. 4, p. 1-28, 1945.
- MAGNAVITA, L. P. **Geometry and kinematics of the Reconcavo-Tucano-Jatoba Rift, NE Brazil**. 1992. Tese de Doutorado. University of Oxford.
- MAGNAVITA, L. P.; DAVISON, I.; KUSZNIR, N. J. Rifting, erosion, and uplift history of the Recôncavo-Tucano-Jatobá Rift, Northeast Brazil. **Tectonics**, v. 13, n. 2, p. 367-388, 1994.

MAISEY, J. G. Continental break up and the distribution of fishes of Western Gondwana during the Early Cretaceous. **Cretaceous Research**, v. 21, n. 2-3, p. 281-314, 2000.

MANCUSO, A. C. Taphonomic analysis of fish in rift lacustrine systems: Environmental indicators and implications for fish speciation. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 339, p. 121-131, 2012.

MARTINS-NETO, R. G.; MEZZALIRA, S. Revisão dos Paleomonídeos Terciários Brasileiros (Crustacea, Caridea) com descrição de novos taxa. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 63, n. 4, p. 361-367, 1991.

MELO JUNIOR, J. L.; OLIVEIRA, P. E. Novas localidades fossilíferas do Nordeste da Baía. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, n. 103, p. 1-69, 1939.

MONFERRAN, M. D. D. et al. Chemical taphonomy and preservation modes of Jurassic spinicaudatans from Patagonia: a chemometric approach. **Journal of Paleontology**, v. 92, n. 6, p. 1054-1065, 2018.

MURICY FILHO, A. F.; NEVES, J. P. Recursos minerais. In: MURICY FILHO, A. F. (Org.). Projeto síntese da geologia da Bacia de Tucano Sul: Estado da Bahia. **Serviço Geológico do Brasil-CPRM**, Salvador, p. 26-33, 2001.

MUSCENTE, A.D. et al. Taphonomy of the lower Jurassic Konservat-Lagerstätte at Ya Ha Tinda (Alberta, Canada) and its significance for exceptional fossil preservation during oceanic anoxic events. **Palaios**, v. 34, n. 11, p. 515-541, 2019.

ORR, P. J.; BRIGGS, D. E. G.; KEARNS, S. L. Taphonomy of exceptionally preserved crustaceans from the Upper Carboniferous of southeastern Ireland. **Palaios**, v. 23, n. 5, p. 298-312, 2008.

OVERSTREET, R. M. Some parasitological aspects of shrimp culture in the United States. In: HARGIS, W. J. (Eds.). **Parazitologia**. U.S. National Oceanographic and Atmospheric Administration Washington, D.C., 1985. p. 117.

PAN, Y. et al. Dynamics of the lacustrine fauna from the Early Cretaceous Yixian Formation, China: implications of volcanic and climatic factors. **Lethaia**, v. 45, n. 3, p. 299-314, 2011.

PAN, Y. et al. Biostratigraphic analysis of Lycopoda beds from the Early Cretaceous Yixian Formation, western Liaoning, China. **Palaeontology**, v. 58, n. 3, p. 537-561, 2015.

PAN, Y. et al. Taphonomy of fish concentrations from the Upper Jurassic Solnhofen Plattenkalk of Southern Germany. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen**, v. 292, n. 1, p. 73-92, 2019.

PRADO, L. A. C.; CALADO, T. C. S.; BARRETO, A. M. F. New records of shrimps from the Lower Cretaceous Romualdo Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil, with new taxa of Penaeoidea (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata). **Cretaceous Research**, v. 99, p. 96-103, 2019.

PLOTNICK, R. E. Taphonomy of a modern shrimp: implications for the arthropod fossil record. **Palaios**, v. 1, n. 3, p. 286-293, 1986.

POYATO-ARIZA, F. J. et al. First isotopic and multidisciplinary evidence for nonmarine coelacanths and pycnodontiform fishes: palaeoenvironmental implications. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 144, n. 1-2, p. 65-84, 1998.

REGALI, M. S. P. Indicação de Ambiente Marinho Marginal na Bacia de Tucano: Formação Marizal, Neoaptiano, Bahia e Brasil. In: XVII Congresso Brasileiro de Paleontologia, Revista Brasileira de Paleontologia. 2000. p. 141.

REIS, M. A. F. **Utilização da paleobiota da Formação Marizal, Cretácio Inferior Aptiano da Bacia de Tucano, na correlação com outras bacias cretácicas do Nordeste do Brasil.** 2005. Tese de Doutorado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

REISDORF, A. G.; WUTTKE, M. Re-evaluating Moodie's opisthotonic-posture hypothesis in fossil vertebrates part I: reptiles—the taphonomy of the bipedal dinosaurs *Compsognathus longipes* and *Juravenator starki* from the Solnhofen Archipelago (Jurassic, Germany). **Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments**, v. 92, n. 1, p. 119-168, 2012.

RIBEIRO, A. C. et al. Phylogenetic relationships of Chanidae (Teleostei: Gonorynchiformes) as impacted by *Dastilbe moraesii*, from the Sanfranciscana basin, Early Cretaceous of Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 3, p. 1-12, 2018.

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.

RIOS-NETTO, A. M. et al. Formalização estratigráfica do Membro Fundão, Formação Rio da Batateira, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, n. 2, p. 281-292, 2012.

ROXO, M. G. O. Preliminary note on fossil crustacea from Bahia, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 22, n. 4, p. 279-280, 1940.

SAGEMANN, J. et al. Controls on the formation of authigenic minerals in association with decaying organic matter: an experimental approach. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 63, n. 7-8, p. 1083-1095, 1999.

SANTOS, C. C.; REIS, R. Projeto Bacia do Tucano Central: Folha Caimbé – SC. 24-Z-A-I; Folha Jeremoabo – SC.24-Z-A-II. Estado da Bahia. **Serviço Geológico do Brasil-CPRM.** Programa Geologia do Brasil, Levantamentos Geológicos Básicos, Salvador, p. 99, 2011.

SCHAEFFER, B.; MANGUS, M. An early Triassic fish assemblage from British Columbia. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 156, article 5. p. 519-559, 1976.

SCHWEITZER, C. E. et al. Penaeoid Decapoda (Dendrobranchiata) from the Luoping biota (Middle Triassic) of China: systematics and taphonomic framework. **Journal of Paleontology**, v. 88, n. 3, p. 457-474, 2014.

- SCHWEITZER, C. E. et al. Redescription and illustration of caridean shrimp from the Cretaceous (Aptian) of Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 90, p. 70-75, 2019.
- SEILACHER, A.; REIF, W. E.; WESTPHAL, F. Sedimentological, ecological and temporal patterns of fossil Lagerstätten. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences**, v. 311, n. 1148, p. 5-24, 1985.
- SILVA-SANTOS, R. **Peixes da Formação Marizal, Estado da Bahia**. 1972. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- _____. (1985). *Clupavus brasiliensis* n. sp. (Teleostei, Clupeiformes) do Cretáceo inferior-Formação Marizal, Estado da Bahia. In: CAMPOS, D. A. et al. (Eds.). **Coletânea de Trabalhos Paleontológicos. Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília**, p. 155-159.
- _____. (1990). *Vinctifer longirostris*, do Cretáceo inferior da Formação Marizal, Estado da Bahia, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 62, n. 3, p. 251-260.
- SIMÕES, M. G. et al. Tafonomia: Processos e Ambientes de Fossilização. In: CARVALHO, I. S. (Eds.). **Paleontologia. Rio de Janeiro: Interciências**, v 1, p. 19–52, 2010a.
- SIMÕES, M. G.; RODRIGUES, S. C.; BERTONI-MACHADO, C. Procedimentos Metodológicos em Tafonomia. In: CARVALHO, I. S. (Eds.). **Paleontologia. Rio de Janeiro: Interciências**, v 1, p. 413-430, 2010b.
- STIGALL, A. L. et al. Taphonomy of lacustrine interbeds in the Kirkpatrick Basalt (Jurassic), Antarctica. **Palaios**, v. 23, n. 6, p. 344-355, 2008.
- TASCH, P. Experimental valve geothermometry applied to fossil conchostracan valves, Blizzard Heights, Antarctica. **International Union of Geological Sciences. Series B**, v. 4, p. 661-668, 1982.
- TOMÉ, M. E.; LIMA FILHO, M. F.; NEUMANN, V. H. Taxonomic studies of non-marine ostracods in the Lower Cretaceous (Aptian–lower Albian) of post-rift sequence from Jatobá and Araripe basins (Northeast Brazil): stratigraphic implications. **Cretaceous Research**, v. 48, p. 153-176, 2014.
- VAREJÃO, F. G. et al. Saline lake development in the Aptian post-rift phase of the Tucano Basin: Tectonic and paleogeographic implications. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 92, p. 282-297, 2019.
- VAREJÃO, F. G. et al. 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, p. 2125-2164, 2021.
- VENKATARAMIAH, A. et al. **Studies on the time course of salinity and temperature adaptation in the commercial brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives**. GULF COAST RESEARCH LAB OCEAN SPRINGS MISS, p. 308, 1977.

- VIANA, C. F. et al. Revisão estratigráfica da bacia Recôncavo/Tucano. **Boletim Técnico da Petrobrás**, v. 14, n. 3-4, p. 157-192, 1971.
- VIOHL, G. Fish taphonomy of the Solnhofen Plattenkalk-an approach to the reconstruction of the palaeoenvironment. **Geobios**, v. 27, p. 81-90, 1994.
- WANG, S. et al. High-resolution taphonomic and palaeoecological analyses of the Jurassic Yanliao Biota of the Daohugou area, northeastern China. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 530, p. 200-216, 2019.
- WEIGELT, J. **Rezente Wirbeltierleichen und ihre paläobiologische Bedeutung**. M. Weg, 1927.
- WEILER, W. Über das Vorkommen isolierter Köpfe bei fossilen Clupeiden. **Senckenbergiana**, v. 11, n. 1-2, p. 40-47, 1929.
- WEBB, J. A. A reappraisal of the palaeoecology of conchostracans (Crustacea: Branchiopoda). **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen**, v. 158, n. 2, p. 259-275, 1979.
- YANBIN, S. Jurassic conchostracans from Carapace Nunatak, southern Victoria Land, Antarctica. **Antarctic Science**, v. 6, n. 1, p. 105-113, 1994.
- 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.

APÊNDICES

Apêndice A- Dados tafonômicos brutos para os diferentes grupos estudados.

Tabela 1. Dados tafonômicos coletados para os “conchostráceos” (Spinicaudata). Conch.=Concha; Artic.=Articulado; Fech.=Fechado; Ab.=Aberto; Desart.=Desarticulado; Comp.=Completo; Fragment.=Fragmentado; Ang.=Angulosa; Arred.=Arredondada; Abr.= Abrasão; Bioer.=Bioerosão; Incrust.=Incrustação; Corros.=Corrosão; Compr.=Compressão; Frat.=Fratura.

Amostra	Restos fossilizados			Bioestratinomia										Diagênese		Nível									
	Conch.	Molde	Tamanho (mm)	Artic.	Fech.	Ab.	Desart.	Comp.	Fragment.	Ang.	Arred.	Abr.	Bioer.	Incrust.	Corros.	Compr.	Frat.	0	1	2	3	4	5	6	
DPZ-21533	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21026	1	0	4.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21027	1	0	4.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21028	1	0	4.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21029	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21030	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21023A	1	0	4.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21023A	1	0	4.4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21023B	1	0	4.3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21012	1	0	3.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019B	1	0	4.3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019B	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019B	1	0	4.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019B	1	0	4.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019B	1	0	4.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

DPZ-21019A	1	0	4.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019A	1	0	3.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019A	1	0	3.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ-21019A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21014	1	0	4.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21014	1	0	4.2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21025	1	0	4.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21025	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21022	1	0	4.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21015	1	0	3.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DPZ -21015	1	0	3.6	1		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21021	1	0	3.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21021	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21021	1	0	3.3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21021	1	0	3.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21018	1	0	4.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21018	1	0	3.9	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21018	1	0	3.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21018	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21018	1	0	4.3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

DZP-21032C	1	0	2.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	2.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	4.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	4.0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	2.9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21032C	1	0	3.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	3.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	4.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	4.5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

DZP-21024A	1	0	4.3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	4.8	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	3.4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	3.9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	4.2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	3.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	3.9	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	3.7	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	3.9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	3.2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21024A	1	0	4.0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.9	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	2.9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	2.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.8	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

DZP-21013A	1	0	4.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	2.8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.6	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

DZP-21013A	1	0	3.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.4	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	3.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	4.6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013B	1	0	4.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013B	1	0	4.2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013B	1	0	4.2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013B	1	0	4.7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013B	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DZP-21013B	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

DZP-21013B	1	0	4.1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
DZP-21072	1	0	5.0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21072	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21082B	1	0	4.5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0

Tabela 2. Dados tafonômicos coletados para os camarões da parte basal de N3. Comp.=Completo; Cef.=Cefalotorax; Abd.=Abdomen; Leq.=Leque; Indet.=Indeterminado; Tam.=Tamanho; Compr.=Compressão; Impr.=Impressão; Adpr.=Adressão; Desart.=Desarticulado; Flex.=Flexionado; Lat.=Lateral; Dor.=Dorsal; Vent=Ventral.

Amostra	Restos fossilizados								Preservação				Completo (Articulação)		Orientação			Postura			Nível							
	Corpo	Exuvia	Compl.	Cef.	Abd.	Leq.	Indet.	Tam. (mm)	Compr.	Impr.	Adpr.	Desart.	Articulado		Lat.	Dor.	Vent.	Esticado	Flex.	Indet.	0	1	2	3	4	5	6	
													Total	Parcial														
DZP-21034	1	0	1	0	0	0	0	10.1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21039	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21039	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21061	1	0	1	0	0	0	0	15.4	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21029A	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21029A	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21029A	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21029A	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21029A	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21029A	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21029B	1	0	1	0	0	0	0	8.6	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21043	1	0	0	?	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21016A	1	0	1	0	0	0	0	12.7	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21016A	1	0	1	0	0	0	0	10.1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21016A	1	0	1	0	0	0	0	5.1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21016B	0	1	1	0	0	0	0	11.5	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21030	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
DZP-21077	1	0	1	0	0	0	0	8.4	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	

Tabela 3. Dados tafonômicos coletados para os camarões da parte superior de N3. Comp.=Completo; Cef.=Cefalotorax; Abd.=Abdomen; Leq.=Leque; Indet.=Indeterminado; Tam.=Tamanho; Compr.=Compressão; Impr.=Impressão; Adpr.=Adressão; Desart.=Desarticulado; Flex.=Flexionado; Lat.=Lateral; Dor. Dorsal; Vent= Ventral.

Amostra	Restos fossilizados								Preservação				Completude (Articulação)		Orientação			Postura			Nível								
	Corpo	Exuvia	Compl.	Cef.	Abd.	Leq.	Indet.	Tam. (mm)	Compr.	Impr.	Adpr.	Desart.	Articulado		Lat.	Dor.	Vent.	Esticado	Flex.	Indet.	0	1	2	3	4	5	6		
													Total	Parcial															
DZP-21047	1	0	1	0	0	0	0	19.1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21048	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21046	1	0	1	0	0	0	0	8.3	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21047	1	0	1	0	0	0	0	7.9	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21060A	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21057I	1	0	1	0	0	0	0	15.9	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21057II	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21057III	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21035	1	0	1	0	0	0	0	17.2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21035	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21059	1	0	1	0	0	0	0	7.8	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21036	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21028	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21081	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21070A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21070A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21070A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		
DZP-21070A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0		

DZP-21070A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21070A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21070A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21070A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21070A	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21070A	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21056	1	0	1	0	0	0	0	11.6	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21042	1	0	1	0	0	0	0	9.7	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21055	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21055	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21055	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21055	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21053	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21053	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21053	1	0	1	0	0	0	0	5.9	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21044A	1	0	1	0	0	0	0	8.2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21051	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21040	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21040	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21040	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21040	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21067	1	0	1	0	0	0	0	19.0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21064	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21031	1	0	1	0	0	0	0	11.7	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0

DZP-21031	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21031	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21031	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21031	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21045	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21045	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21045	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21045	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
DZP-21045	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	1	0	1	0	0	0	0	9.8	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	1	0	1	0	0	0	0	7.9	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	1	0	1	0	0	0	0	15.2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	1	0	1	0	0	0	0	10.5	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0

DZP-21560A	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21560A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21971	1	0	1	0	0	0	0	15.5	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21971I	1	0	1	0	0	0	0	8.1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21971II	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21971III	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21772A	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21802AI	1	0	1	0	0	0	0	12.6	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP21802A2	1	0	1	0	0	0	0	5.8	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP21802A3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP21802A4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP21802A5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21780I	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21780II	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21780III	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21774I	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21774II	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21774III	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21774IV	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21770I	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21788	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

DZP-2189I	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
DZP-2189II	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-2189III	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21796	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21797I	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21797II	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21790	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21804	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
DZP-21801	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Tabela 4. Dados tafonômicos coletados para os peixes do N5. Comp.=Completo; S.C.=Sem cabeça; S.Ca.=Sem cauda; S.N.=Sem nadadeira; C.I.=Cabeça Isolada; Ca.I.=Cauda Isolada; N.I.=Nadadeira Isolada; Flab.=Flabelada; Fech.=Fechada; Desint.=Desintegrada; L.C.=Levemente curvada; F.C=Fortemente Curvada; Queb.=Quebrada; Desart.=Desarticulado; Ab.=Aberta; Fech.=Fechada; Lat.=Lateral; Dor.=Dorsal; Vent=Ventral.

Amostras	Articulação		Completo								Tamanho (mm)		Condição da Nadadeira			Condição da coluna vertebral				Boca		Orientação			
	Articulado		Desart.	Comp.	S.C.	S.Ca	S.N.	C.I.	Ca.I.	N.I.	Corpo	Coluna	Flabel.	Fech.	Desint.	Reta	L.C.	F.C.	Desint.	Queb.	Ab.	Fech.	Lat.	Dor.	Vent.
	Total	Parcial																							
21408A	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21417B	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21399	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21419	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21391	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21411 I	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	19.3	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
21411 II	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21412	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21416 I	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21416 II	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
21409A	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21413 I	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	45.2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21413 II	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	31.8	18.1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21395	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21406	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21410	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

21393	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21392	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21399	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21881(I)	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21881(II)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21883	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21884	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21885	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21908BI	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21908BII	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21926(I)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	72.9	43.6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21926(III)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23.8	12.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21937	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21954	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21963B(I)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14.0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21963B(II)	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21963B(III)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21963A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21887	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21888	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21889	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21900	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	33.3	18.0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21909A	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21938	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0

21946B(I)	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
21946B(II)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21892	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21928	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21947	0	1	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21956	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
21957	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21894(I)	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21894(II)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	25.7	13.5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21919	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21911(II)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19.0	10.2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21911(III)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21911(IV)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	35.0	18.9	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21911(V)	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21929	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21941	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21959	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21895B(I)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21895A/B(II)	11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	29.0	16.8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21896	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21903	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21921	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21923	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21924A(I)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24.6	14.5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

21924A(II)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0		
21935	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
21934	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
21897	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	17.8	9.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
21898	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21907	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0		
21925B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
21936B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21953	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14.9	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21961	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
21962	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	29.4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Tabela 5. Dados tafonômicos coletados para os peixes do N5 e N6 (contato). Comp.=Completo; S.C.=Sem cabeça; S.Ca.=Sem cauda; S.N.=Sem nadadeira; C.I.=Cabeça Isolada; Ca.I.=Cauda Isolada; N.I.=Nadadeira Isolada; Flab.=Flabelada; Fech.=Fechada; Desint.=Desintegrada; L.C.=Levemente curvada; F.C=Fortemente Curvada; Queb.=Quebrada; Desart.=Desarticulado; Ab.=Aberta; Fech.=Fechada; Lat.=Lateral; Dor.=Dorsal; Vent=Ventral.

Amostras	Articulação		Completo								Tamanho (mm)		Condição da Nadadeira			Condição da coluna vertebral				Boca			Orientação		
	Articulado		Desart.	Comp.	S.C.	S.Ca	S.N.	C.I.	Ca.I.	N.I.	Corpo	Coluna	Flabel.	Fech.	Desint.	Reta	L.C.	F.C.	Desint.	Queb.	Ab.	Fech.	Lat.	Dor.	Vent.
	Total	Parcial																							
221939	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21813 (I)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21813 (II)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21817	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21816(I)	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21816(II)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21812A(I)	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21812A(II)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
21815B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21811	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21810	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	25.0	14.5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21809C/D I	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22.7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21809C/DII	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21904	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
21914B	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
21916	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0

Tabela 6. Dados tafonômicos coletados para os peixes do N6. Comp.=Completo; S.C.=Sem cabeça; S.Ca.=Sem cauda; S.N.=Sem nadadeira; C.I.=Cabeça Isolada; Ca.I.=Cauda Isolada; N.I.=Nadadeira Isolada; Flab.=Flabelada; Fech.=Fechada; Desint.=Desintegrada; L.C.=Levemente curvada; F.C=Fortemente Curvada; Queb.=Quebrada; Desart.=Desarticulado; Ab.=Aberta; Fech.=Fechada; Lat.=Lateral; Dor.=Dorsal; Vent=Ventral.

Amostras	Articulação		Compleitude								Tamanho (mm)		Condição da Nadadeira			Condição da coluna vertebral				Boca			Orientação		
	Articulado		Desart.	Comp.	S.C.	S.Ca	S.N.	C.I.	Ca.I.	N.I.	Corpo	Coluna	Flabel.	Fech.	Desint.	Reta	L.C.	F.C.	Desint.	Queb.	Ab.	Fech.	Lat.	Dor.	Vent.
	Total	Parcial																							
21087	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	36.1	22.1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21100	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	36.4	21.3	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21097	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21086A	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21089	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21099	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21096B	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21094	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21102	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	23.1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21084	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27.7	15.1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21085	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21101	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21104 I	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
21104 II	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21098	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	?	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
21092	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	?	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
21106 I	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	?	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0

21106 II	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
21103	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
21107	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
21110	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21830C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21833	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0		
21834	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	17.8	9.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
21835	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13.1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21836A	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	16.9	10.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
21837	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21838	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21839C(I)	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
21839C(II)	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
21839C(IV)	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21839C(V)	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
21840A	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24	13.6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
21840B	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21841B	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
21842A(I)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16.2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21842A(II)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11.5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21843(I)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21843(II)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
21844B(I)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	
21844B(II)	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	

21845A(I)	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
21845A(II)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21846	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
21848	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
21850A(I)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24.1	13.3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
21850A(II)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9.5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21852	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
21854	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21856	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21857	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21859	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
21860B	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
21861A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	
21862A	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14.8	8.3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	
21864B	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
21866	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
21867	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21868	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	25.6	13.8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
21870B	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	25.6	14.8	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	
21817B	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
21872	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21875	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14.3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
21876	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21878	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19.8	10.7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	

21879A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21880	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
21915B	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21913A	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	25.1	14.1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
21828B	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21825A	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
21821(I)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12.4	6.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21821(II)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21826A/B	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24.3	12.9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
21824	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21820B	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	16.1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21920A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
21818B	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Apêndice B- High-resolution taphonomy of the Lower Cretaceous “Amargosa Biota”, Central Tucano Sub-Basin, Bahia, Brazil: implications for the paleoenvironmental dynamics of a new *Konservat-Lagerstätte*. Artigo a ser submetido ao periódico *Palaeo3*, Elsevier.

1 High-resolution taphonomy of the Lower Cretaceous “Amargosa Biota”,
2 Central Tucano Sub-Basin, Bahia, Brazil: implications for the
3 paleoenvironmental dynamics of a new *Konservat-Lagerstätte*

4

5 T.G.L. Souza^{1,2}, S.A. Matos², F.G. Varejão³, M.G. Rodrigues^{1,2}, A.C. Ribeiro⁴, B.T.
6 Freitas⁵, L.V. Warren¹, M.L. Assine¹, M.G. Simões^{2*}

7 ¹Departamento de Geologia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade
8 Estadual Paulista, Avenida 24A 1515, Rio Claro, SP 12506-900, Brazil,
9 talitagabi.souza@gmail.com, marizagomesrodrigues@gmail.com, lucas.warren@unesp.br,
10 mario.assine@unesp.br;

11 ²Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Distrito de Rubião Júnior,
12 Botucatu, SP 18618-000, Brazil, sumatos.s@gmail.com, profmgsimoes@gmail.com;

13 ³Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Morro
14 do Cruzeiro, Ouro Preto, MG 35400-000, Brazil, filipe.varejao@hotmail.com;

15 ⁴Departamento de Biologia e Zoologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Avenida
16 Fernando Corrêa da Costa 2367, Cuiabá, MT 78060-900, Brazil,
17 alexandrecunharibeiro@gmail.com;

18 ⁵Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Rua Paschoal Marmo 1888,
19 Limeira, SP 13484-332, Brazil, bernardotf@ft.unicamp.br;

20 Corresponding author: profmgsimoes@gmail.com.

21 ABSTRACT

22 We report the Amargosa Biota from the middle part of the Lower Cretaceous Marizal
23 Formation (Central Tucano Sub-Basin, NE Brazil), as a new *Konservat-Lagerstätte*.
24 Exceptionally preserved fossils are confined to the lower part of an up to 15-m-thick, mud-
25 dominated succession, named Amargosa Bed. Seven bedding planes (L0-L6) with distinct
26 sedimentological and taphonomic attributes were identified in the type section (Amargosa
27 Village, Euclides da Cunha County, Bahia State), distributed in an ~1-m-thick succession
28 of well-laminated claystone, mudstone, siltstone, and very fine-grained sandstone. These
29 contain ostracods, spinicaudatan carapaces, palaemonid shrimps, fish, and comminuted
30 plant remains. Fossils occur in high concentration on at least four bedding planes (i.e., L2,
31 L3, L5, and L6), forming polytypical assemblages that are dominated by one of the fossil
32 groups. Assemblages are formed mainly by autochthonous to parautochthonous elements,
33 representing variable, but limited, temporal mixing. A key attribute of some fossil-rich
34 strata (L3, L5, and L6) is the preservation of poorly biomineralized organisms and/or of
35 complete soft-bodied parts, which are typically prone to destruction due to rapid decay or
36 bioturbation. The polytypical nature of these fossil assemblages, interbedded with non-
37 fossiliferous intervals, suggests mass mortality events, probably caused by abrupt changes
38 in water parameters (anoxia, salinity, pH, among others). The dark greenish gray color
39 (yellowish when weathered), and the finely laminated nature of the claystone, siltstone, and
40 mudstone containing members of the Amargosa Biota indicates that the benthic infaunal
41 life was absent or, at least, very scarce in a locally, relatively deep, oxygen-poor lake
42 bottom. Anoxia and high salinity, linked with local semi-arid conditions during the Lower
43 Cretaceous may have played key roles in the exceptional preservation of some fossils

44 (shrimps, fish). Finally, our data provide a more comprehensive understanding of the
45 temporal distribution of taxa and taphonomic processes associated with the complex
46 genesis of the fossil-bearing interval of the Amargosa Bed in its type locality.

47

48 **Keywords:** Exceptional fossilization; Paleoenvironment; Aptian; Marizal Formation.

49 1. INTRODUCTION

50 Numerous Mesozoic fossil-bearing deposits containing exceptionally preserved
51 specimens are known in the sedimentary basins of northeastern Brazil. Among these are the
52 world famous *Konservat-Lagerstätten* (sense Seilacher, 1970; Seilacher et al., 1985; Itano,
53 2019) recorded in the Aptian Crato and Romualdo formations of the Santana Group,
54 Araripe Basin (Maisey, 1991; Martill et al., 2007; Varejão et al., 2019a; Ribeiro et al.,
55 2021) and the Upper Jurassic-Lower Cretaceous Muzinho Shale, Patos Bons Formation,
56 Parnaíba Basin (Cardoso et al., 2020). Thanks to their exceptional preservation, many of
57 the fossils have significantly contributed to our understanding of the paleobiology of
58 various groups, including pterosaurs (Kellner, 1984; Frey and Martill, 1994; Campos and
59 Kellner, 1997; Frey et al., 2003a, 2003b; Witton, 2008; Pêgas et al., 2016), birds (Naish et
60 al., 2007; Carvalho et al., 2015), fish (Maisey, 1991; Maldanis et al., 2016; Cardoso et al.,
61 2020; Ribeiro et al., 2020), insects (Grimaldi, 1990; Bechly, 2007), aquatic and terrestrial
62 plants (Mohr et al., 2007; Coiffard et al., 2013a, 2013b, 2019), among many other taxa (see
63 Maisey, 1991; Martill et al., 2007; Ribeiro et al., 2021, for summaries). The associated
64 fauna and flora of these *Konservat-Lagerstätten* thrived in continental, transitional and
65 restricted marine environments (Custódio et al., 2017; Fürsich et al., 2019; Cardoso et al.,
66 2020; Ribeiro et al., 2021; Varejão et al., 2021), which originated during the Gondwana
67 supercontinent rifting and associated South Atlantic Ocean opening (Arai, 2016; Assine et
68 al., 2016).

69 In contrast to continuous advancements in studies on the paleontological content of
70 the Mesozoic Brazilian *Konservat-Lagerstätten* (Cardoso et al., 2020; Ribeiro et al., 2021),
71 there have been few studies combining precise stratigraphic and sedimentologic

72 information, taxonomic composition, and the paleoecology of the fossil assemblages
73 (Varejão et al., 2019a; Ribeiro et al., 2021; Storari et al., 2021). Although very relevant,
74 only recently the exact stratigraphic position of many fossil-rich strata from these deposits,
75 such as those of the Crato and Romualdo formations, Araripe Basin, were determined with
76 confidence (Custódio et al., 2017; Fürsich et al., 2019; Varejão et al., 2019a; Storari et al.,
77 2021; Ribeiro et al., 2021; Varejão et al., 2021). The recent progress made in the study of
78 the Aptian Crato *Konservat-Lagerstätte* of the Araripe Basin (Ribeiro et al., 2021; Varejão
79 et al., 2021) contrasts dramatically with the still poor knowledge, both on the taxonomic
80 composition, taphonomy, and paleoecology of other similar fossil-bearing deposits of the
81 same age recorded in the sedimentary basins of northeastern Brazil. This is the case of the
82 Amargosa Bed of the Marizal Formation, Recôncavo-Tucano-Jatobá Rift System (RTJ)
83 (Freitas, 2014; Freitas et al., 2017; Varejão et al., 2019b). Notably, well-preserved fossils
84 are known from this bed since Melo Jr. and Oliveira (1939), Roxo (1940), Barbosa (1950),
85 and Beurlen (1950), but despite that they have been still poorly explored (see Silva-Santos,
86 1972; Reis, 2005; Brito and Alvarado-Ortega, 2008; Alvaro-Ortega and Brito, 2010;
87 Amaral and Brito, 2012, for exceptions), and detailed stratigraphic and taphonomic data are
88 still missing.

89 In this context, the aim of this study is to understand the taphonomic processes
90 underlining the fossil preservation of the Amargosa Biota in the type locality (i.e., the
91 Amargosa Village, Euclides da Cunha County, Bahia State, Brazil). Herein we use the
92 taphonomic data as an independent and complementary source of information to that
93 provided by the sedimentology and stratigraphy. We are interested in the burial history, the
94 causes of mass mortalities, and the degree of temporal and spatial mixing shown by the
95 main fossil groups. Indeed, this is the first contribution to close the gap in our knowledge of

96 the taphonomic and depositional history of these unique fossil-bearing Aptian strata of the
97 Tucano Basin, NE-Brazil.

98 In the following, the composition, preservation, and vertical distribution of members
99 of the Amargosa Biota, which thrived and/or were preserved in a small area of a restricted
100 aquatic continental environment, is presented and discussed. To achieve this, a detailed
101 stratigraphic column of the Amargosa Bed from its type locality, was quantitatively and
102 qualitatively sampled in high resolution (see Material and Methods section). Our data
103 clearly show the complex sedimentologic, taphonomic and paleoecological history of a
104 high-stress aquatic ecosystem that once existed in the Brazilian northeastern interior during
105 the Lower Cretaceous.

106

107 2. GEOLOGICAL CONTEXT

108 *2.1. The Aptian sedimentary record in NE Brazil*

109 The Africa and South America breakup took place during the Mesozoic times giving
110 rise to the current physiographic configuration of both continents, including large-scale
111 drainage systems and several plateaus in northeastern Brazil, as relicts of Cretaceous
112 sedimentary successions (Petri, 1987; Potter, 1997; Arai, 2000). Continental-scale fluvial
113 systems are recorded in the northeastern sedimentary Brazilian basins of Araripe, Jatobá,
114 Tucano and Recôncavo (Scherer et al., 2015; Varejão et al., 2016; Freitas et al., 2017). The
115 stratigraphic architecture of these basins is the product of southward sedimentary infill of
116 individual depocenters separated by structural highs (Magnavita and Cupertino, 1987;
117 Milani and Davison, 1988; Assine, 2007) that were followed by repeated, short-lived,
118 events of Aptian marine incursions (Assine et al., 2016; Freitas et al., 2017; Custódio et

119 al., 2017; Fürsich et al., 2019; Varejão et al., 2019c; Melo et al., 2020; Rodrigues et al.,
120 2020; Bom et al., 2021; Varejão et al., 2021).

121 The Marizal Formation records dominant axial fluvial filling of the RTJ (Magnavita
122 et al., 2003; Freitas et al., 2017; Fig. 1A). Based on the occurrence of palynomorphs (Viana
123 et al., 1971; Brito, 1979), fish (Bruto and Alvarado-Ortega, 2008; Alvarado-Ortega and
124 Brito, 2010; Amaral and Brito, 2012), dinoflagellates (Regali, 2001), and ostracods
125 (Carvalho and Guzzo, 1998), the Marizal Formation is considered Aptian in age. The unit
126 rests on a regional scale angular unconformity above the São Sebastião Formation and is
127 constituted by two fluvial successions, namely the lower Banzaê Member and the upper
128 Cícero Dantas Member (Freitas et al., 2017). Both members are separated by a mud-
129 dominated and fossil-rich horizon, the Amargosa Bed (Freitas et al., 2017; Fig. 1B-C).

130

131 *2.2. The Amargosa Bed*

132 The Amargosa Bed sharply overlies the Banzaê Member and is truncated by an
133 irregular erosional surface of the overlying Cícero Dantas Member (Varejão et al., 2016,
134 2019b; Freitas et al., 2017). The up to 20-m-thick succession is represented by shale with
135 local carbonate beds, and sandy heterolithic deposits displaying wave and current ripples
136 and is found in the entire Tucano Basin and in the north of the Recôncavo Basin (Freitas et
137 al., 2017; Fig. 1C). Based on core data (Gratzer et al., 2013) the presence of this unit in the
138 Jatobá Basin is stratigraphically inferred (Varejão et al., 2019b). The Amargosa Bed is
139 better preserved in the Central Tucano Sub-basin, where fossil-bearing intervals are
140 recorded. In the North Tucano Sub-basin, coeval beds occur at the base of the Tonã Plateau
141 (Varejão et al., 2016, 2019b), but no fossils were described yet. Towards the southward, the

142 Amargosa Bed occurs in the vicinities of the Raso Village, Sátiro Dias town, Bahia State,
143 South Tucano Sub-basin, in a sand-dominated interval with small-scale asymmetric and
144 symmetric cross-laminations containing shallow marine trace fossils (Freitas, 2014; Freitas
145 et al., 2017).

146 The fossil-bearing horizon recorded at several localities, such as Inhambupe, Nova
147 Soure, Cícero Dantas, and Euclides da Cunha, Bahia State, was originally described as
148 containing comminuted plant remains, gastropods, bivalves, spinicaudatans, and shrimps
149 (Roxo, 1940; Barbosa, 1950; Beurlen, 1950), most of them interpreted as freshwater
150 organisms, as well as a diverse ichthyofauna (Silva-Santos, 1972), the latter interpreted as
151 of Tethyan affinity (Figueiredo, 2004; Brito and Alvarado-Ortega, 2008; Alvarado-Ortega
152 and Brito, 2010; Amaral and Brito, 2012). The main palynological content of the Amargosa
153 Bed includes *Classopolis* sp. pollen grains (mainly from the Recôncavo Basin, see Reis,
154 2005), foraminiferal linings, and dinocysts of *Subtilisphaera* sp. (mainly from a Petrobras
155 borehole at the South Tucano Sub-Basin, see Regali, 2001), supporting the interpretation of
156 a warm and dry climate in a near coastal environment for the southern occurrences during
157 Aptian times (Regali, 2001; Reis, 2005; Reis et al., 2007). Table 1 summarizes the fossil
158 content recorded throughout the Marizal Formation, encompassing all RTJ sedimentary
159 basins.

160 During field campaigns, it was extremely difficult to accurately find some of these
161 old fossil sites that were described from older road cuts (Roxo, 1940; Barbosa, 1950;
162 Beurlen, 1950), even with the help of local inhabitants. However, at the Amargosa Village,
163 Euclides da Cunha, Bahia State (Fig. 2), the homonymous mud-dominated, fossil-bearing
164 bed is still cropping out (Freitas, 2014; Fig. 3), probably providing the best exposure of this
165 stratigraphic interval of the Marizal Formation at the Central Tucano Sub-Basin.

166

167 3. MATERIAL AND METHODS

168 *3.1. Field work*

169 From 2019 to 2021, three field campaigns were carried out in the Central Tucano
170 Sub-basin where several sites containing Cretaceous fossils are known (Figs. 1-2; Table 1).
171 During the field trips, particular attention was paid to the siliciclastic-dominated, fine-
172 grained deposits of the Amargosa Bed that crops out at the margins of an unpaved road
173 close to the Amargosa Village, Euclides da Cunha County, Bahia State (10°35'30.07''S;
174 38°49'32.32''W; see Fig. 2A). Three rock exposures close to each other were explored: (a)
175 outcrop I (Figs. 2-3A, B, C); (b) outcrop II (Figs. 2, 4A), and outcrop III (Figs. 2-3D, E).
176 However, given the accessibility and nature of the rock exposure our sampling efforts
177 concentrated on outcrop I. Locally, the sedimentary succession of the Amargosa Bed, is
178 well exposed, but deeply weathered (Fig. 4A). Hence, it was necessary to open various
179 small excavations to access fresh rocks and associated fossils (Fig. 3A, C). Excavations
180 were about 1 m² to 1.20 m² in area, encompassing a ~1.0-m-thick succession of fine
181 sandstone, siltstone, mudstone, and shale (Fig. 4B). Apart from non-fossiliferous intervals
182 within the examined succession, at least six fossil-bearing levels were identified and
183 sampled qualitatively and quantitatively, using hammers, pickaxes, shovels, and paint
184 scrapers (Fig. 5; Table 2). The distinct intervals, informally called L0 to L6 (Figs. 4B-5;
185 Table 2) were recognized based on grain nature and size, sedimentary structures, fossil
186 content, and diagenetic features. Sedimentologic, taphonomic and paleoecological
187 observations were made directly in the field wherever possible. As most of the fossil-
188 bearing intervals of the Amargosa Bed are finely laminated, care was taken to expose and

189 count fossils from the same given bedding plane. On a millimetric scale, however, it is very
190 hard to guarantee that all fossils counted come from the same given lamination. For each of
191 these recognized levels, the composition and abundance of the high-level taxonomic groups
192 was noted. Finally, representative slabs containing distinct groups of fossils (i.e., ostracods,
193 clam shrimps, palaemonid shrimps, fish, and plant remains) were collected for further
194 preparation, investigation, and digital imaging in the laboratory. Therefore, the
195 methodological procedures mentioned above are, in general, consistent with those
196 employed by Fürsich et al. (2007a, b), Pan et al. (2019), and Wang et al. (2019) in similar
197 fossil-rich and finely laminated rocks.

198

199 *3.2. Taphonomic and sedimentologic observations*

200 During the field work, sedimentary facies were distinguished based on lithology,
201 sedimentary structures, bed contacts, geometry, and taphonomic signatures of the body
202 fossils. Taphonomic descriptive terms mainly followed Kidwell et al. (1986), Brett and
203 Baird (1986), and Kidwell and Holland (1991).

204 In the field, the content of each recognized fossil-bearing level (L0-L3, L5-L6) was
205 registered to obtain relative abundance and other relevant data (see below). We focused on
206 the degree of bioclast packing, articulation, fragmentation, as well as the plan- and cross
207 section-view orientation of the fossils. Apart from the taphonomic observations,
208 sedimentological data were also recorded, including grain size, sedimentary structures,
209 bedding plane features (i.e., wrinkles, folds), and presence or absence of barite disks (Fig.
210 6H-I).

211

212 3.3. Faunal data and fossil preparation

213 During the field sampling of the Amargosa Bed, hundreds of individual fossils and
214 dozens of small (~2-16 cm) slabs were collected. Fossils and slabs were all prepared
215 manually with needles to remove matrix concealing the specimens under a Zeiss Stemi SV6
216 stereomicroscope. Digital photographs were captured using a Nikon D3200 digital camera
217 fitted with a 18-55 mm lens or a macro lens (105 mm). Digital photographs were then
218 processed in Adobe Photoshop CC 2018 and CorelDRAW 2020. Samples are deposited in
219 the scientific collection of the Sector of Zoology (prefix DZP-), São Paulo State University,
220 Botucatu campus, São Paulo State, Brazil.

221 In total, 462 fossils have been recovered, at least 161 of them spinicaudatans, 132
222 shrimps, 169 fishes, and thousands ostracods. These groups, which are the most abundant
223 in the studied layers, are used in the taphonomic analysis. Tables 3-9 summarize
224 taphonomic data, whose raw data were tabulated in Excel spreadsheets and are available in
225 supplementary materials. Since the focus of this contribution is the general taphonomy of
226 the Amargosa Biota, and not the systematic analysis of the fauna, we classified the main
227 fossil groups in high taxonomic categories, usually at order or class rank, based on
228 available literature data (Table 1), except the fish.

229 Although the paleoichthyofauna of the Amargosa Bed is still poorly known, based on
230 recent studies it is possible to confidently identify at least six taxa, including *Britoichthys*
231 *marizalensis* (Clupeocephala, *insertae sedis*) (Figueiredo, 2004); *Clupavus brasiliensis*
232 (Teleostei: Clupeiformes) (Silva-Santos, 1985; Alvarado-Ortega and Brito, 2010);
233 *Nanaichthys longipinnus* (Teleostei: Gonorynchiformes) (Amaral and Brito, 2012);
234 *Ogunichthys triangularis* (Teleostei: Ichthyodectiformes) (Alvarado-Ortega and Brito,

235 2010); *Placidichthys tucanensis* (Holostei: Inoscopiformes) (Brito and Alvarado-Ortega,
236 2008), and *Vinctifer longirostris* (Teleostei: Aspidorhynchiformes) (Silva-Santos, 1990).

237 The clam shrimp carapaces close resemble *Cyzicus brauni* (see Carvalho and Melo,
238 2012, fig. 10; Carvalho pers. comm., February 2021). However, check Bittencourt et al.
239 (2018), and references therein, concerning the common assignment of the Brazilian
240 Mesozoic clam shrimp to *Cyzicus*. As discussed in detail by Gallego et al. (2013, p. 50), we
241 refer to them as Spinicaudata Linder, 1945 (see also Yanbin, 1994). The palaemonid
242 shrimps were revised by Schweitzer et al. (2019) and were referred to *Bahiacaris roxoi*.
243 The information on fish species and/or other fossil groups already described or cited from
244 the Marizal Formation are listed in Table 1.

245 Finally, in our samples, smooth ostracods occur scattered in the sedimentary
246 succession and concentrated in sub-millimetric-thick pavements. Therefore, the ostracod
247 carapaces are rock-forming bioclasts, but since they do not belong to the macrofauna, they
248 have not been incorporated in the quantitative taphonomic analysis (see Fürsich et al., 2019,
249 for a similar approach). However, their vertical distribution pattern has been reported for
250 reconstructing the paleoenvironmental history of the Amargosa Bed. Additional
251 information on ostracods of Lower Cretaceous units of northeastern Brazil can be found in
252 Arai and Coimbra (1990), Berthou et al. (1990), Coimbra et al. (2002), Carmo et al. (2004),
253 Rios-Netto et al. (2012), Tomé et al. (2014), Fürsich et al. (2019), and Almeida-Lima et al.
254 (2022) among others. According to Tomé et al. (2014), the non-marine ostracods from the
255 post-rift sequence of the Jatobá Basin are represented by species belonging to the following
256 genera: *Cypridea*, *Neuquenocypris*, *Damonella*, *Ilyocypris*, *Rhinocypris*, *Pattersoncypris*,
257 *Theriosynoecum*, and *Alicenula*.

258

259 4. RESULTS

260 4.1. *Sedimentary succession*

261 Shale, massive to laminated claystone, laminated siltstone, and mudstone characterize
262 the ~4-m-thick succession of the Amargosa Bed at the Amargosa Village. Sudden changes
263 in rock color are noticeable in these facies (Figs. 3, 4). Indeed, fresh rock samples of the
264 fossil-bearing claystone of the Amargosa Bed usually display dark greenish gray colors and
265 quickly (i.e., minutes/hours) turn yellowish when exposed to the surface, a process clearly
266 observable during the field work when the trenches for guided sampling of the fossils were
267 excavated (Fig. 3).

268 As commented in the preceding section, six fossil-bearing intervals were recognized
269 in the basal ~1.0 m of the succession, four of which are rich in fossils (i.e., L2-L3; L5-L6;
270 Figs. 4-5, 7; Table 2). L0 constitutes a ~11-cm-thick claystone bed interlaminated with
271 massive siltstone and lacking bioturbation, containing rare and dispersed plant remains and
272 ostracods (Figs. 5-6C, 7). Above, L1 includes scattered fish, shrimp and spinicaudatan
273 remains. This is an ~10-cm-thick laminated claystone unit locally contains a fossil-rich
274 lamina with abundant fish scales, as well as ostracod-rich laminae. L2 is a ~13-cm-thick
275 laminated claystone, characterized by both spinicaudatan and ostracod pavements. Other
276 groups co-occur subordinately (i.e., shrimps, and fish remains). The next fossil-bearing
277 level (L3) is a ~15-cm-thick, thinly laminated mudstone with ostracod-rich pavements.
278 Shrimps are quite common, but fish fragments, scales, and spinicaudatans are also present.
279 In the basal part of L3, complete fossil shrimps are proportionately more common and
280 loosely packed. Toward the top of L3, shrimps are also abundant, but mainly represented
281 by disarticulated and comminuted remains. Barite discs are common in the upper part of

282 L3. The ~8-cm-thick L4 interval is represented by deeply weathered, iron-rich siltstone.
283 Body or trace fossils have not been recovered from this level. Above this interval, a thin
284 (~3 cm), reddish, laminated claystone records complete fish, fish remains, and barite disks
285 in well-defined laminae (L5). Finally, a ~30-cm-thick, gray paper shale comprises the
286 fossil-bearing L6, in which ostracod-rich pavements, fish, spinicaudatans, and shrimps were
287 observed.

288

289 *4.2. Distribution pattern of taxa on bedding planes*

290 Abundant non-marine invertebrate and vertebrate fossils are dominated by
291 spinicaudatans, ostracods, shrimps, fish, and fish parts (Table 2; Figs. 5-7). Plant remains
292 are rare and seen only in L0 (Table 2).

293 The fossil-bearing intervals are usually dominated by one or just two fossil groups
294 (Figs. 5, 7). For example, ostracods are concentrated as pavements in L1, L2, L3, and L6
295 (Fig. 6F), whereas spinicaudatan carapaces are abundant, and forming pavements, in L2
296 (Figs. 5-6D, 7-8). In contrast, in the uppermost part of the fossil-bearing interval L3,
297 loosely packed concentrations of disarticulated and articulated shrimps are recorded. Fossil
298 fish are the only group of fossils in L5. The fish specimens can be exceedingly abundant,
299 some of them relatively large, complete, and well-preserved in laminations of the L5, in
300 direct contact with the base of L6 (Fig. 9). In this case, they are associated with other
301 disarticulated fish remains (i.e., isolated vertebrae and parts of vertebrae columns).
302 Complete (articulated) or disarticulated fish remains occur loosely packed in the paper
303 shale of L6. The shrimps (articulated or not) and spinicaudatan carapaces are rare in this
304 interval, whereas ostracods may form thin pavements (Figs. 5,7).

305

306 *4.3. Taphonomic framework and fossil preservation*

307 The calcified ostracod carapaces occur mainly as internal or external molds. The
308 carapaces are smooth, and the molds are usually flattened, as seen in specimens in L2 (Fig.
309 6F). In general, the quality of ostracod preservation is extremely poor. In contrast, the thin
310 valves of the spinicaudatans, which are abundant in L2, consist originally of scleroprotein
311 (i.e., conchiolin) and were preserved as strongly compressed, thin, light-brownish films.
312 The valves are, occasionally slightly wrinkled, but no radial compactional fractures were
313 observed (Figs. 6D, 8). Despite that, the carapaces still reveal delicate growth lines (Figs.
314 6D, 8), particularly at valve margins. Despite that, the carapace micro-ornamentation is
315 hardly visible in the studied specimens, even under stereomicroscope magnifications.
316 Almost all shells are complete (81.37%; n= 131; Table 3), usually disarticulated (83.23%;
317 n= 134; Table 3), but articulated valves are also present (16.77%; n= 27; Table 3). Given
318 the fragile nature of the fossil material and the deep weathering of the rocks, the carapaces
319 that appear "fragmented" are those that were broken during sampling or when splitting the
320 slabs. Therefore, there is no evidence of natural fragmentation and breakage of carapaces.
321 Among the 27 (16.77%) articulated specimens, 24 (88.89%) were preserved with closed
322 and three (11.11%) with splayed shells (Table 3). Nevertheless, since many specimens have
323 been preserved with their valves arranged concordantly to the bedding plane, it is possible
324 that some valves that were counted as disarticulated are in fact articulated (that is, one of
325 the valves is buried in the rock matrix and not visible). Indeed, in some cases, the two
326 valves can be seen when the specimens are preserved with the long axis of the shell slightly
327 oblique to the bedding plane, although only one entire valve is still fully visible (see Fig. 8).

328 In other words, the actual number of closed valves may be substantially underestimated.
329 Finally, signs of abrasion, bioerosion (see Escalona et al., 2019), encrustation or corrosion
330 (sensu Brett and Baird, 1986) are all missing on spinicaudatan carapace surfaces.

331 The thin and weakly calcified cuticle of palaemonid shrimps is preserved in different
332 ways (Fig. 10). They are generally preserved as laterally compressed, brownish carbon
333 films in fine-grained sediments of the L3 interval (lower part: n= 24, 72.73%; upper part:
334 n= 97, 97.98%; Fig. 10B-D, F; Table 4). The shrimps were also preserved as impressions
335 (lower part: n= 5, 15.15%; upper part: n= 1, 1.01%; Table 4), showing a “mottled aspect”
336 with yellowish to reddish colorations. Finally, some fossils were preserved as “adpressions”
337 (lower part: n= 4, 12.12%; upper part: n= 1, 1.01%; Table 4) that is, a combination of these
338 two conditions (Fig. 10A). The palaemonid shrimp specimens are less abundant in the
339 lower fossil-bearing level of L3 and represented by complete individuals (45.45%; n= 15)
340 or cephalothorax-abdomen without fan individuals (18.18%; n= 6). Still, 9.09% of the
341 specimens consist of cephalothorax, and 27.27% are isolated abdomen remains (Table 5).
342 In the upper fossil-bearing level of L3, complete and almost complete specimens
343 (complete: 27.27%, n= 27; cephalothorax-abdomen-without-fan: 19.19%, n= 19) are as
344 common as highly disarticulated ones (cephalothorax: 5.05%, n= 5; abdomen-fan: 4.04%,
345 n= 4; isolated abdomen: 42.42%, n= 42). As for the spinicaudatan shells, some
346 fragmentation and loss of parts of palaemonid shrimps could be attributed to sampling,
347 handling, and preparation damage of the extremely friable and weathered fossil-bearing
348 mudstone.

349 Abundant fish material is found in L5 and L6, but the preservation quality is very
350 variable (Figs. 11-12). In both strata, fish specimens are mainly fully articulated (65.3%
351 and 55.1%, respectively; Table 8). Some of the complete specimens display concave-arched

352 backbones (Fig. 11B, D-F). Partially articulated specimens account for 32% in L5 and
353 16.67% in L6, and disarticulated ones for 2.67% in L5 and 28.21% in L6. Consequently,
354 the degree of completeness of the fish skeletons is also remarkably high (Table 8).
355 Incomplete specimens, with most of the body missing but with articulated remnants, are
356 also found (Fig. 12C, E), as are isolated vertebrae (Fig. 12F), ribs and scales. Finally,
357 isolated bones (e.g., ribs, vertebrae) did not exhibit signs of fragmentation, abrasion, and
358 corrosion (sensu Brett and Baird, 1986).

359 In addition to the “opisthotonic posture” (complete specimens with concave-arched
360 backbones) observed in some specimens from L5 and L6 (Fig. 11), we also searched for
361 individuals with gaping jaws and splayed/hyperextended dorsal fins. Unfortunately, given
362 the degree of weathering of the fish-bearing claystone and shale and the delicate nature of
363 the fossils (see Figs. 11-12) their jaw is difficult to observe. However, specimens with
364 gaping mouth are found in both L5 and L6 fossil-bearing intervals (10.67% and 11.54%,
365 respectively; Table 9). Specimens with splayed/hyperextended dorsal fins are common in
366 both strata (24% and 20.51%, respectively), but closed fins are also recorded (Table 9).
367 Finally, specimens with soft-tissue preservation, especially fossilized eyes, are also found
368 in the paper shale of L6 and in the purple claystone of the transition between L5 and L6
369 (Fig. 11C, E-F). Some of the L5 fish specimens have their original color pattern preserved
370 (Fig. 12A).

371

372 *4.4. Plan-view orientation*

373 When concentrated in pavements as, for example, in L2 (Fig. 6F), ostracods molds
374 are usually closed articulated and chaotically arranged on the bedding plane. Conversely,

375 almost all spinicaudatan carapaces, for example from L2 (Figs. 6D, 8), lie on their side (i.e.,
376 concordant to bedding). However, some articulated specimens are preserved with slightly
377 sheared valves, oriented at low angle (i.e., oblique) to bedding. The valves are dispersed or
378 loosely packed and randomly oriented (Fig. 8). Most of the valves are strongly compacted,
379 and the total shell is flattened (Fig. 8). Hence, it is exceedingly difficult to tell whether the
380 disarticulated valves are convex-down or convex-up oriented.

381 In turn, palaemonid shrimps, the commonest benthic macrofossil group in L3, are
382 loosely packed. Of 132 (100%) specimens, 127 (96.21%; Table 4) are preserved in the
383 typical lateral posture (Fig. 10A-D, F), lying on the substrate with either the right or left
384 side parallel to the bedding plane. Notably, a few specimens (n= 5; 3.79%; Table 4), all in
385 upper L3, are preserved in dorsal position (Fig. 10E). Regardless of whether the specimens
386 are represented by complete or almost complete individuals (Fig. 10A-D), preserved in
387 lateral or dorsal posture (Fig.10), by isolated parts or comminuted shrimp remains (Fig.
388 10E-F), they are all randomly oriented.

389 Regarding the small fish specimens (Figs. 11-12; Tables 7-9) from the fossil-bearing
390 levels L5 and L6, these are all preserved with the dorsoventral axis of the body parallel to
391 the bedding plane (i.e., lateral view; Figs. 11-12A, B), and lack preferential orientation.

392

393 *4.5. Spinicaudatan individuals: size-frequency distribution and growth lines*

394 In order to understand the paleoenvironmental conditions during the deposition of the
395 spinicaudatan-rich layer (L2) the size (length) of 131 shells was measured under the
396 stereomicroscope. The size-frequency histogram is shown in Figure 8E. It is clearly
397 polymodal, and most individuals are between 3.2 and 4.7 mm in size. However, few

398 specimens are smaller than 3.2 mm or larger than 4.7 mm. Unfortunately, spinicaudatan
399 individuals are relatively uncommon in the fossil-rich layers below and above L2 sampling
400 interval.

401 Growth line analysis was possible only in 30 specimens (Table 10). The dorsal area
402 of the spinicaudatan valves is normally poorly preserved (Fig. 8) and growth lines are
403 difficult to distinguish in this valve region. Consequently, the number of growth lines
404 presented in Table 10 should be seen only as an approximation. The number of growth lines
405 recorded vary between 10 and 25, but most values range from 13 to 16. In some specimens
406 (n= 7) growth lines are progressively more closely spaced close to the ventral valve margin
407 and are densely crowded just at the margin (Table 10). Data on Table 10 suggest that there
408 is a relationship between shell size and number of total growth lines and/or between shell
409 size and the presence of crowded growth lines. For example, specimens up to 3.9 mm have
410 usually 16 or more growth lines, and all specimens with crowded growth lines are between
411 3.9 and 4.5 mm in size.

412

413 5. DISCUSSION

414 5.1. *Depositional environment*

415 The Amargosa Bed is recognized in all sub-basins of the Tucano Basin (Freitas,
416 2014; Freitas et al., 2017). In the southern parts of the basin, interbedded fine sandstone
417 with ripple cross-lamination and fish-rich shales with barites (veins, laminae, and discs)
418 compose the Amargosa Bed (Freitas et al., 2017; Varejão et al., 2019b). An association of
419 trace fossils (*i.e.*, *Bifungites* isp., *Ophiomorpha* isp., *Treptichnus* isp., *Torrowangea* isp.) is
420 recorded in the South Tucano Sub-Basin, attesting shallow water marine conditions,

421 probably in the transition of the *Skolithos* and *Cruziana* ichnofacies (Freitas, 2014, p. 95).
422 Thus, to the southward the Amargosa succession is interpreted as deposited in estuarine to
423 shallow marine settings (see Varejão et al., 2019b, p. 295, and references therein). In
424 contrast, the Amargosa bed at the North Tucano Sub-basin and Jatobá Basin, is composed
425 of siltstone, laminated limestone, and dark shale that were deposited in saline lakes
426 (Varejão et al., 2019b). These lakes were probably connected to the Aptian continental
427 paleodrainage flowing to the estuaries developed in the South Tucano Sub-basin (see
428 Assine et al., 2016) and, from there, to the newly formed South Atlantic Ocean (Varejão et
429 al., 2019b, p. 282).

430 At the study area (i.e., Central Tucano Sub-Basin; Figs. 4-5), the Amargosa Bed is
431 mainly composed of decimeter- to meter-scale, coarsening-upward cycles (i.e., L0 to L4
432 and L5-L6 to the barite-bearing red mudstone beds). At the first, 0.55-m-thick cycle, the
433 claystone-dominated facies (L0 to L3) were generated by the settling of fine-grained
434 siliciclastic grains, pointing to quiet water conditions. Despite the presence of iron oxide-
435 rich siltstone interpreted as relatively shallower water facies in L4, mudcracks and other
436 subaerial exposure features were not recorded in association to this facies, suggesting that,
437 at least in the study area, the aquatic environment was not subjected to periodic desiccation.

438 As for other Cretaceous lacustrine successions from northeastern Brazil, the
439 laminated mud deposits with dense accumulation of mainly articulated ostracod shells (i.e.,
440 L1-L3, L6) are interpreted as the result of abrupt burial by the settling of muds in “deep”
441 water settings (Varejão et al., 2019b). In L2, the abundant presence of clam shrimps seems
442 to indicate quiet-intermittent water conditions, but with no evidence of subaerial exposure.
443 As long known, these arthropods are confined to ephemeral water bodies, having short life
444 spans (Kirkland, 2006, p. 86, and references therein).

445 The second coarsening-upward cycle is thicker (2.6-m-thick), suggesting a raise in
446 accommodation. At the base of the cycle, fish-bearing claystone facies dominates (L5 and
447 L6). The largest fish individuals (some >1 meter long; I.S. Carvalho per. con., January
448 2022) are recorded in L5, a reddish claystone bed. As a result of the fine preservation of
449 fossils, the reddish coloring is most probably a post-depositional effect of percolation of
450 oxidizing water. In its turn, the well-laminated shale in L6 suggests the absence of
451 intrastratal benthic life probably coupled with oxygen-deficient bottoms. In fact, the dark
452 greenish gray (i.e., when fresh) color of the shale is a good indicator of predominantly
453 reducing conditions in the deepest parts of the depositional site. However, the complete,
454 articulated fish individuals that are common in L5 and L6 imply in an aerated water
455 column. Together the sediments and fish fossils suggest that the local Amargosa lacustrine
456 setting could have had a stratified water column. In this context, while the upper water
457 layer can be fully mixed (e.g., by the wind), thus allowing fish to occupy this part of the
458 water column, the lower water mass would not be subjected to the same conditions. Hence,
459 the bottoms are likely to undergo oxygen-deficient conditions, thus enhancing the
460 preservation of fish and associated organic matter.

461 Barite veins or cm-thick plates and barite discs in the bedding planes of the Amargosa
462 shales (i.e., L3, L5, and red mudstone) are common in the studied interval (Santos and Reis,
463 2011; Freitas, 2014). In some cases, articulated fish remains are preserved as counter molds
464 in barite plates (see Santos and Reis, 2011, p. 50, fig. 3.46), indicating that this is derived of
465 a post-mortem process (i.e., barite precipitation probably occurred immediately after the
466 deposition of the sediments). Indeed, according to Muricy Filho and Neves (2001, p. 29),
467 the barite mineralization would be syn-diagenetic and formed in the pre-consolidation stage
468 of the host rock (i.e., during the post-rift Alagoas local stage, Aptian). Still, the yellowish

469 (weathered) color of the shale, as in L3 (Figs. 3-4), indicate the presence of sulfates (i.e., S)
470 in the sediments, a condition associated with bottom anoxia. It is important to note that the
471 presence of syn-depositional sulfates has already been recorded in the Amargosa Bed of the
472 North Tucano Sub-Basin (Varejão et al., 2019b).

473 In summary, the variation in rock colors, fossil content, and their mode of
474 fossilization appear to reflect successional changes in depth, oxygen content, water
475 chemistry, and continental freshwater influx into the local Amargosa lacustrine system.
476 Indeed, two distinct phases (cycles) in the history of the aquatic system can be recognized.
477 The first one (L0 to L4) is characterized by dominance of freshwater individuals (ostracods,
478 spinicaudatans, and shrimps), while the second cycle (L5 and L6) is dominated by fish with
479 Tethyan affinities that probably inhabited sedimentary environments with variably salinities
480 (i.e., estuaries) (Brito and Alvarado-Ortega, 2008; Alvarado-Ortega and Brito, 2010;
481 Amaral and Brito, 2012) (Fig. 13). However, as elegantly stated by Poyato-Ariza et al.
482 (1998, p. 65), “caution is necessary when using a single or few taxa as paleoenvironmental
483 indicators, especially fish.” Anyway, fully marine (stenohaline) taxa are still missing in the
484 Amargosa Biota.

485

486 *5.2. Vertical distribution of fossils and general preservational pattern*

487 The various fossil groups are not uniformly distributed in the Amargosa Bed but are
488 concentrated on some bedding planes (Figs. 5, 7). The succession starts with rare fossil
489 plants and ostracods dispersed in claystone of L0 (Figs. 4B-5). The carbonized plant
490 remains are exceedingly small (mm), suggesting extensive transport or prolonged residence
491 time at the sediment-water interface. Above it, the first fossil-bearing bed (L1) is a
492 claystone with a pavement of fish scales (Figs. 4B-5). Bones and other fish remains are not

493 found, indicating again prolonged skeletal exposure on the substrate. Given the very fine-
494 grained nature of the rock, *in situ* sorting by hydraulic transport is discarded. Alternatively,
495 the fish scales could have been previously sorted by fluvial processes, transported in
496 suspension together with the fine-grained sediments and deposited after settling. Above it,
497 the fossil-rich bedding plane of L2 is mainly formed by complete, occasionally articulated
498 spinicaudatan carapaces interpreted as autochthonous bioclasts. These suggest low-energy
499 bottom conditions and no or reduced lateral hydraulic transport. L3 is the next fossil-rich
500 interval, where complete or partially articulated shrimp corpses are common at its base. The
501 high degree of articulation indicates rapid burial and absence of scavengers and
502 bioturbators, suggesting oxygen poor (dysoxic to anoxic) conditions. Towards the top of
503 L3, the specimens are mainly disarticulated (Fig. 10E-F; Table 6), suggesting a slight
504 increase in water energy, prolonged bottom exposure, or both. Throughout the L3 interval,
505 shrimps are preserved as laterally compressed, brownish films showing a flexed abdomen
506 (Fig.10). Shrimps with flexed abdomen may suggest low salinity conditions or abrupt
507 changes in water temperature (Venkataramiah et al., 1977, in Overstreet, 1985, and Lavilla-
508 Pitogo et al., 2000). Above it, a ~8-cm-thick layer of non-fossiliferous siltstone occurs (L4)
509 (Fig. 4B).

510 Fossil fish are common on two well-defined bedding planes (L5-L6) in the upper part
511 of the fossil-rich interval. At both levels, they are usually fully articulated, some showing a
512 slightly bent spinal column, flabellate fins, and open mouth, probably reflecting involuntary
513 muscular contractions (i.e., tetany) due to water anoxia, salinity and/or strong alkalinity
514 variations (see Pan et al., 2019). These taphonomic signatures suggest that they are laterally
515 dispersed individuals, indicating the lack of significant gas production during decay, and no
516 re-orientation of fish carcasses due to buoyancy.

517 Finally, data above clearly indicate shifts in paleoenvironmental parameters (e.g.,
518 dissolved oxygen, salinity, water temperature, pH, and current velocity) to which these
519 organisms were sensitive. The fossil-rich strata of the Amargosa Bed may reflect mass
520 mortality of organisms, triggered by strong variations in the above-mentioned parameters of
521 the aquatic system, coupled with periods of restriction and high evaporation rates.

522

523 *5.3. Taphonomy of smooth ostracods*

524 Smooth, non-marine ostracods occur scattered in the Amargosa Bed. Occasionally, as
525 in the case of the fossil-bearing of L1-L3 and L6, they are concentrated in mm-thick
526 pavements. In other cases, ostracods are densely associated with body fossils, e.g., with the
527 fish remains in L6 (see Fig. 12). The ostracods are represented by internal and/or external
528 molds. Ostracod valve fragments are absent; the carapaces are mainly complete and closed
529 articulated, and randomly arranged in the matrix. Although data on the taxonomic
530 composition of ostracod pavements are not available, it appears that they constitute
531 monospecific assemblages.

532 The evidence above suggests that the ostracods are autochthonous and were preserved
533 *in situ*, with no or only limited lateral transport and short residence time at the sediment-
534 water interface. The probable monospecific nature of the assemblages may suggest
535 conditions of high environmental stress. Indeed, in some intervals the ostracods are the
536 main benthic elements (Fig. 5) that due to their short life cycle and eurytopic nature, were
537 able to flourish on the fine-grained floors during conditions of high environmental stress,
538 probably caused by extreme variations in bottom oxygen content and/or salinity. As for the
539 monospecific ostracod assemblages of the Romualdo Formation of the Araripe Basin, their

540 great number around fish remains (see Fig. 12) suggests that they fed on the carcasses
541 (Fürsich et al., 2019, p. 276). Indeed, they are extremely abundant, and associated with fish
542 remains in advanced decay conditions (Fig. 12C-F).

543

544 *5.4. Taphonomy of the clam shrimp-rich strata*

545 The paleoenvironmental and taphonomic information provided by the spinicaudatans
546 are summarized in Tables 3, 10, and 11. However, a great range of variation with respect to
547 life span, growth rate, ecological tolerance and colonized aquatic environments, sexual
548 dimorphism, mode of life (swimmers, crawlers, burrowers) characterizes the group (Fürsich
549 et al., 2007a, p. 447). Therefore, it is extremely difficult to reconstruct the life habits of
550 fossil spinicaudatans (Fürsich et al., 2007a, p. 447).

551 Spinicaudatan-rich strata occur in claystone of L2 (Figs. 5, 7-8). As shown in Table 3,
552 well-preserved articulated individuals, both with closed or splayed valves, are common.
553 There are no signs of valve fragmentation, encrustation, bioerosion or dissolution.
554 Therefore, the spinicaudatan individuals in L2 are interpreted as autochthonous elements,
555 with the disarticulated specimens representing recently died specimens lying on the
556 sediment surface. This points to phases of high sedimentation rate of muds (Table 11)
557 where the spinicaudatans may have thrived, and intermittent water conditions, as discussed
558 in section 5.1.

559 Size frequency histograms of spinicaudatan carapaces are polymodal, and up to five
560 peaks have been identified (Fig. 8E). Most individuals have a carapace length between 3.2
561 and 4.7 mm, extreme values ranging from 2.6 to 4.8 mm. These data suggest non-selective

562 mortality, possibly associated with short residence time of the valves at the sediment-water
563 interface and abrupt burial of living individuals.

564 As discussed by Fürsich et al. (2007a), the number and spacing between successive
565 growth lines of spinicaudatan valves can provide some additional information on the
566 growth rate of the species (see also Webb, 1979), onset of adulthood, and possibly also on
567 the degree of environmental stress. Growth line data (Table 10) on spinicaudatans from L2
568 seem to indicate that many individuals are adults. This is under the premise that the
569 characteristic narrowing of growth lines, and dense crowding of them at the ventral margin
570 of the carapace is a typical feature of adults (Fürsich et al., 2007a).

571 Finally, the presence of spinicaudatans in such high numbers, as in L2, seems to be
572 linked to the scarcity of fish in this fossil-rich interval (see also Fürsich et al., 2007a),
573 which contrasts markedly with the overlying, fish-dominated strata (L5 and L6), where
574 these crustaceans are uncommon or virtually absent. Conversely, only a few fish remain
575 were found on the L2 bedding plane, and not a single complete fish specimen was recorded.
576 As shown in Figure 4B, the fine-grained sediment of L2 is well laminated indicating that
577 the depositional surfaces are mainly undisturbed. Hence, the studied spinicaudatans did not
578 burrow or disturb the bottom sediment in search of food. A similar situation was noted by
579 Fürsich et al. (2007a) from spinicaudatan-rich strata of the Lower Cretaceous Jianshangou
580 Unit, Yixian Formation, western Liaoning, China. According to these authors, it seems
581 more likely that these crustaceans rested on the lake bottom and, when searching for food,
582 swam up to the water column to feed on algae and other food resources (Fürsich et al.,
583 2007a).

584 In summary, the spinicaudatan-dominated interval (L2) is a record of a transient
585 freshwater body (lake), the bottom of which was profusely and rapidly populated by these
586 crustaceans.

587

588 *5.5. Taphonomy of the palaemonid shrimp-rich strata*

589 Detailed examination of the 33 palaemonid shrimp specimens from the basal part of
590 L3 (Fig. 10A, C) reveals that 45.45% are complete individuals, 18.18% are cephalothorax-
591 abdomen without fan, 27.27% are abdomens, and only 9.09% are isolated cephalothorax
592 remains (Table 5). The complete individuals or specimens represented by articulated
593 cephalothorax-abdomen (n= 21; 63.63%; Table 6) are presumably carcasses rather than
594 molts. The significant number of complete shrimp individuals at L3, suggests death by a
595 brief, toxic event (see also Schweitzer et al., 2014; Table 12) probably associated with
596 strong variations in oxygen, salinity, and pH. In the upper interval of L3, shrimp remains
597 are more abundant (n=99), and disarticulated ones are much more common. Complete and
598 almost complete (cephalothorax-abdomen without fan) specimens account for 46.46%,
599 abdomen-fan specimens for 4.04%, and isolated cephalothorax for 5.05%. It is remarkable
600 the number of isolated abdomens (42.42%). The highest number of disarticulated
601 individuals might be related to a longer residence time on the bottom (lower sedimentation
602 rate). The fine lamination of this muddy interval excludes the possibility of bottom
603 currents, scavengers and bioturbators as the main taphonomic agents of disarticulation.
604 Indeed, preservation of complete or almost complete palaemonids imply minimal decay at
605 the sediment-water interface, since decaying shrimp may float to the water surface
606 disintegrate/disarticulate even when there is no water movement (i.e., current or waves)

607 (Plotnick, 1986; Allison, 1986, 1988; Briggs et al., 1991; Briggs and Kear, 1994; Sagemann
608 et al., 1999; Schweitzer et al., 2014). In other words, the complete shrimp individuals had a
609 short residence time on the lake floor (Allison, 1986, 1988; Plotnick, 1986; Schweitzer et
610 al., 2014; Table, 12). This may be a result of rapid (not abrupt) *in situ* burial by the fall-out
611 of fine-grained siliciclastic sediment (Plotnick, 1986; Kidwell et al., 1986), in the absence
612 of scavengers, bioturbators, and low oxygen conditions (Allison, 1986; Plotnick, 1986).
613 Again, the finely laminated nature of the barite-bearing yellowish mudstone (L3), and the
614 fossil shrimp “mottled aspect”, suggest pyritization and subsequent replacement by iron
615 oxides (see Du et al., 2020). Therefore, this evidence agrees with the assumption of bottom
616 water anoxia.

617 Finally, observation of the plan-view orientation of palaemonid shrimp individuals
618 and their associated remains shows no significant preferred alignment, reinforcing the idea
619 that these were not exposed to bottom currents or pre-depositional hydraulic transport. In
620 addition, the articulated specimens are all in a stable (lateral) position (Fig. 10A-D, F;
621 Table 4). Thus, all evidence suggests that these delicate fossils were not incorporated into
622 the sediments by the rapid deposition of turbulent flows associated with muddy clouds.
623 Under such conditions, one would expect the shrimp remains to be randomly scattered
624 within the sediment (e.g., Briggs and Kear, 1994).

625

626 *5.6. Taphonomy of the fish-rich strata*

627 One of the most remarkable features of the Amargosa Bed are those strata where
628 abundant and fully articulated fish fossils are recorded (L5, 65.33%; L6, 55.13%; Tables 7-
629 9; 13). Abundant fish fossils in a well-defined layer are indicative of a mass mortality event

630 (Bell et al., 1989). This is supported by specimens showing some tetany features (see Pan et
631 al., 2019), including splayed fins (Fig. 11A, G) and gaping jaws (Fig. 11G-H; Table 9).
632 Some well-preserved specimens may have a dark carbon film of soft tissue structures (i.e.,
633 eyes, Fig. 11A, C, E-F). The exceptional preservation of these specimens may result from
634 lack of post-mortem flotation and from rapid burial in anoxic, hypersaline sediments (Elder
635 and Smith, 1988; Barton and Wilson, 2005; Fürsich et al., 2007b; Mancuso, 2012; Pan et
636 al., 2015; Gäb et al., 2020).

637 As recently shown by Gäb et al. (2020), the most effective environmental parameters
638 to delay or prevent putrefaction before a fish carcass is entombed encompass (a) a
639 hydrostatic pressure high enough to prevent fish carcasses from floating, resulting in their
640 sinking to the bottom; (b) hypersaline conditions well above the salinity of seawater, and
641 (c) a high pH to suppress the reproduction rate of bacteria. These authors also noted that
642 bottom anoxia is a key factor in keeping the sediment free of scavengers, but it does not
643 seem to slow down or prevent decay (Gäb et al., 2020). The fish level of the Amargosa Bed
644 requires detailed geochemical analysis to precisely determine the diagenetic pathways
645 leading to their exceptional preservation, which is beyond the scope of this study. Bottom
646 anoxia and salinity variations, already discussed in preceding sections (e.g., 5.1.), seem to
647 be related to the trigger of mass mortality, somehow leading to their exceptional
648 preservation.

649 From a paleoecological perspective, the fossil fish assemblage of the Amargosa Bed
650 from Euclides da Cunha County, Bahia State points to conditions similar to those noted in
651 neighboring strata within the East Brazilian Rift System (EBRIS, sensu Maisey, 2000).
652 Several types of depositional paleoenvironments usually ascribed to semi-arid conditions
653 were generated during the final phase of the Central South Atlantic Ocean opening,

654 including shallow freshwater habitats with occasional marine influence due to their
655 proximity to the developing ocean (Freitas et al., 2017; Varejão et al., 2019b, 2021; Ribeiro
656 et al., 2021). Indeed, the paleoichthyofauna of the Amargosa Bed includes some groups of
657 extant representatives, such as Chanidae, Gonorynchiformes and Clupeiformes (*Clupavus*
658 *brasiliensis*). Chanidae include a single extant representative, the marine-estuarine *Chanos*
659 *chanos*, but have several forms found in freshwater Cretaceous strata, such as in the Quiricó
660 Formation, Sanfranciscana Basin (Ribeiro et al., 2018), Las Hoyas, Iberian Basin (Fara et
661 al., 2007; Buscalioni et al., 2010), and in the Crato Formation, Araripe Basin (Ribeiro et al.,
662 2021). *Clupavus* is also reported in the Gabon Basin, in Late Jurassic–Early Aptian (pre-
663 and syn-rift) fluvial to lacustrine shales and sandstones overlain by late Aptian evaporites
664 (Maisey, 2000). The assemblage also includes completely extinct lineages, such as
665 Ichthyodectiformes, Inoscopiformes, and Aspidorhynchiformes, well represented in the
666 EBRIS paleoichthyofauna of typical continental-marine influenced deposits (Maisey,
667 2000).

668

669 6. CONCLUSIONS

670 In the study area (i.e., the Amargosa Village, Euclides da Cunha County, Bahia State,
671 Brazil) the rocks of the fluvial-dominated, Lower Cretaceous Banzaê Member of the
672 Marizal Formation evolved into the locally lacustrine Amargosa Bed. Two cycles are
673 recognized, the first one (L0 to L4) being dominated by ostracods, clam shrimps
674 (spinicaudatans), and palaeomonid shrimps. The second cycle (L5 and L6) is composed by
675 well-laminated claystone recording fish that probably inhabited sedimentary settings with
676 salinity fluctuations. However, stenohaline groups are still missing in the Amargosa Biota,

677 at least in its type section. Therefore, the variation in rock colors, fossil content and
678 corresponding modes of fossilization appear to reflect successional changes in
679 paleoenvironmental parameters (i.e., depth, oxygen content, water chemistry, freshwater
680 influx). The taphonomic signatures of the fossils suggest that they are likely to represent
681 part of the original *in situ* biota that once thrived in the Amargosa aquatic ecosystem. The
682 abundant development of certain groups in some intervals (e.g., L2, L3, L5, L6) of the
683 Amargosa Bed may represent phases when the paleoenvironmental conditions were less
684 stressful. Pronounced shifts in water parameters (i.e., oxygen, salinity, pH) coupled with
685 eutrophication under semi-arid conditions, may account for the mass death of ostracods,
686 clam shrimps, palaemonid shrimps and fish that predominate in distinct fossil-rich strata.

687 The presence of poorly skeletonized invertebrates (i.e., shrimps) and fossil fish
688 preserving non-mineralized organs (i.e., eyes) as carbon films, indicate complex diagenetic
689 pathways probably in association with high salinity and pH conditions, as well as anoxia.

690 Despite our contribution to the understanding of the detailed stratigraphic distribution
691 of the different fossil groups in the Amargosa Bed and their biostratinomy, the
692 understanding of their diagenetic history constitutes a key research avenue to be explored in
693 the near future. Finally, the exceptionally preserved fossils of the Amargosa Bed indicate
694 that this is a new Lower Cretaceous *Konservat-Lagerstätte* from the Brazilian northeastern
695 interior.

696

697 ACKNOWLEDGEMENTS

698 We thank I.S. Carvalho (UFRJ, Brazil), S.C. Rodrigues (UFU, Brazil), and R.P. Ghilardi
699 (UNESP, Brazil), who kindly revised an early draft of this article. F.T. Fürsich (Friedrich-

700 Alexander-University of Erlangen-Nürnberg, German) and I.S. Carvalho (UFRJ) are
701 gratefully acknowledged as the reviewers of this contribution. The present study was
702 carried out with the partial financial support of the CAPES (grant 001) and Conselho
703 Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq (grants 401039/2014-5,
704 30017/2015-3). We also thank the Agência Nacional de Mineração (former Departamento
705 Nacional de Produção Mineral, DNPM) for providing us with all fossil collecting permits.
706 We are grateful to UNESP (IBB and IGCE) for institutional support. S.A. Matos is a
707 former post-doc fellow of FAPESP (2017/20803-1); M.G. Simões, M.L. Assine, and L.V.
708 Warren are currently fellows of CNPq.

709

710 REFERENCES

- 711 Allison, P.A., 1986. Soft-bodied animals in the fossil record: The role of decay in
712 fragmentation during transport. *Geology*, 14, 979–981.
- 713 Allison, P.A., 1988. The role of anoxia in the decay and mineralization of proteinaceous
714 macro-fossils. *Paleobiology*, 14, 139–154.
- 715 Almeida-Lima, D.S., Piovesan, E.K., Guzmán, J., Mendes, D.M., Neumann, V.H.M.L.,
716 2022. Non-marine ostracods from the Late Jurassic–Early Cretaceous of Araripe,
717 Jatobá and Tucano Norte basins, northeast Brazil. *Revue de micropaléontologie*, 74,
718 100605.
- 719 Alvarado-Ortega, J., Brito, P.M., 2010. A new ichthyodectiform (Actinopterygii, Teleostei)
720 from the Lower Cretaceous Marizal Formation, northeast Brazil. *Palaeontology*, 53,
721 297–306.

- 722 Amaral, C.R.L., Brito, P.M., 2012. A new Chanidae (Ostariophysii: Gonorynchiformes)
723 from the Cretaceous of Brazil with affinities to Laurasian gonorynchiforms from
724 Spain. PLoS ONE, 7, e37247.
- 725 Anderson, K., Woods, A.D., 2013. Taphonomy of Early Triassic fish fossils of the Vega-
726 Phroso Siltstone Member of the Sulphur Mountain Formation near Wapiti Lake,
727 British Columbia, Canada. Journal of Palaeogeography, 2, 321–343.
- 728 Arai, M., Coimbra, J.C., 1990. Análise paleoecológica do registro das primeiras ingressões
729 marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe). In: I
730 Simpósio da Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, Atas, Crato, 225–
731 240.
- 732 Arai, M., 2000. Chapadas: relict of mid-Cretaceous interior seas in Brazil. Revista
733 Brasileira de Geociências, 30, 432–434.
- 734 Arai, M., 2016. Reply to the comments of Assine et al. (Comments on paper by M. Arai
735 “Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a
736 paleontological perspective”). Brazilian Journal of Geology, 46, 9–13.
- 737 Assine, M.L., 2007. Bacia do Araripe. Boletim de Geociências da Petrobras, 15, 371–389.
- 738 Assine, M.L., Quaglio, F., Warren, L.V., Simões, M.G., 2016. Comments on paper by M.
739 Arai “Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a
740 paleontological perspective”. Brazilian Journal of Geology, 46, 3–7.
- 741 Astrop, T.I., Sahni, V., Blackledge, T.A., Stark, A.Y., 2015. Mechanical properties of the
742 chitin-calcium-phosphate “clam shrimp” carapace (Branchiopoda: Spinicaudata):
743 implications for taphonomy and fossilization. Journal of Crustacean Biology, 35,
744 123–131.

- 745 Barbosa, A., 1950. Nota sobre plantas fósseis da Formação Cícero Dantas do Cretáceo da
746 Bahia. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 1, 25–28.
- 747 Barton, D.G., Wilson, M.V., 2005. Taphonomic variations in Eocene fish-bearing varves at
748 Horsefly, British Columbia, reveal 10 000 years of environmental change. Canadian
749 Journal of Earth Sciences, 42, 137–149.
- 750 Bechly, G., 2007. Insects of the Crato Formation. In: Martill, D.M., Bechly, G., Loveridge,
751 R.F. (Eds.), The Crato fossil beds of Brazil. Cambridge, New York, 142–426.
- 752 Bell, M.A., Wells, C.E., Marshall, J.A., 1989. Mass-mortality layers of fossil stickleback
753 fish: catastrophic kills of polymorphic schools. Evolution, 43, 607–619.
- 754 Berthou, P.Y., Viana, M.S.S., Campos D.A., 1990. Coupe de la Formation Santana dans le
755 secteur de la “Pedra Branca” (Santana do Cariri) (Bassin d’Araripe, NE du Brésil).
756 Contribution a l’étude de la sedimentologie et des paleoenvironnements. In: I
757 Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, Atas, Crato,
758 173–191.
- 759 Beurlen, K., 1950. Alguns restos de crustáceos decápodos d’água doce fósseis no Brasil.
760 Anais da Academia Brasileira de Ciências, 4, 453–459.
- 761 Bishop, G. A., 1986. Taphonomy of the North American decapods. Journal of Crustacean
762 Biology, 6, 326–355.
- 763 Bishop, G.A., Williams, A.B., 2005. Taphonomy and preservation of burrowing
764 thalassinidean shrimps. Proceedings of the Biological Society of Washington, 118,
765 218–236.
- 766 Bittencourt, J.S., Rohn, R., Gallego, O.F., Monferran, M.D., Uhlein, A. 2018. The
767 morphology and systematics of the clam shrimp *Platyestheria* gen. nov. *abaetensis*

- 768 (Cardoso) (Crustacea, Spinicaudata) from the Lower Cretaceous of the
769 Sanfranciscana Basin, southeast Brazil. *Cretaceous Research*, 91, 274–286.
- 770 Bom, M.H.H., Ceolin, D., Kochhann, K.G.D., Krahl, G., Fauth, G., Bergue, C.T., Savian,
771 J.F., Strohschoen Junior, O., Simões, M.G., Assine, M.L., 2021.
772 Paleoenvironmental evolution of the Aptian Romualdo Formation, Araripe Basin,
773 Northeastern Brazil. *Global and Planetary Change*, 203, 103528.
- 774 Brett, C., Baird, G.C., 1986. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental
775 interpretation based on fossil preservation. *Palaios*, 1, 207–227.
- 776 Brett, C.E., 1990. Destructive taphonomic processes and skeletal durability. In: Briggs,
777 D.E.G., Crowther, P.R. (Eds.), *Paleobiology: A Synthesis*. Blackwell Scientific
778 Publication, Oxford, 223–226.
- 779 Briggs, D.E.G., Clark, N.D.L., Clarkson, E.N.K., 1991. The Granton “shrimp-bed”,
780 Edinburgh—a Lower Carboniferous Konservat-Lagerstätte. *Transactions of the*
781 *Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 82, 65–85.
- 782 Briggs D.E.G., Kear A. J., 1994. Decay and mineralization of shrimps. *Palaios*, 9, 431–456.
- 783 Brito, I.M., 1979. *Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil*. Interciência,
784 Rio de Janeiro.
- 785 Brito, P.M., Alvarado-Ortega, J., 2008. A new species of *Placidichthys* (Halecomorphi:
786 Ionoscopiformes) from the Lower Cretaceous Marizal Formation, northeastern
787 Brazil, with a review of the biogeographical distribution of the Ophiopsidae.
788 Geological Society, London, Special Publication, 295, 145–154.
- 789 Buscalioni, A.D., Fregenal-Martínez, M.A., 2010. A holistic approach to the palaeoecology
790 of Las Hoyas Konservat-Lagerstätte (La Huérguina Formation, Lower Cretaceous,
791 Iberian Ranges, Spain). *Journal of Iberian Geology*, 36, 297–326.

- 792 Campos, D.A., Kellner, A.W.A., 1997. Short note on the first occurrence of Tapejaridae in
793 the Crato Member (Aptian), Santana Formation, Araripe Basin, Northeast Brazil.
794 *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 69, 83–87.
- 795 Cardoso, A.R., Romero, G.R., Ospes, G.L., Nogueira, A.C.R., 2020. Taphonomy of
796 lacustrine fish fossil of the Parnaíba Basin, northeastern Brazil: Spatial and
797 causative relations of Konservat Lagerstätten in West Gondwana during Jurassic-
798 Cretaceous. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 542, 109602.
- 799 Carmo, D.A., Rafael, R.M.L., Vilhena, R.M., Tomassi, H.Z., 2004. Redescritção de
800 *Theriosynocum silvai* e *Darwinula martinsi*, Membro Crato (Formação Santana),
801 Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, NE, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*,
802 7, 151–158.
- 803 Carvalho, I.S., Melo, J.H.G., 2012. Bacias interiores do Nordeste. In: Hasui, Y., Carneiro,
804 C.D.R., Almeida, F.F.M., Bartorelli, A. (Eds.). *Geologia do Brasil*. Beca, São Paulo,
805 502–509.
- 806 Carvalho, I.S., Novas, F.E., Agnolín, F.L., Isasi, M.P., Freitas, F.I., Andrade, J.A., 2015. A
807 Mesozoic bird from Gondwana preserving feathers. *Nature Communications*, 6,
808 7141.
- 809 Carvalho, M.D., Guzzo, J.V.P., 1998. Análises petrográficas e biocronoestratigráficas de
810 amostras de superfície da Bacia de Tucano, localidade de Salgado do Melão.
811 *Petrobras CT DÍGER*, 63/98, 7.
- 812 Chellouche, P., Fürsich, F.T., Mäuser, M., 2012. Taphonomy of neopterygian fishes from
813 the Upper Kimmeridgian Wattendorf Plattenkalk of Southern Germany.
814 *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 92, 99–117.

- 815 Coiffard, C., Mohr, B.A.R., Bernardes-de-Oliveira, M.E.C., 2013a. *Jaguariba wiersemana*
816 gen. nov. et sp. nov., an Early Cretaceous member of crown group Nymphaeales
817 (Nymphaeaceae) from northern Gondwana. *Taxon*, 62, 141–151.
- 818 Coiffard, C., Molir, B.A.R., Bernardes-de-Oliveira, M.E.C., 2013b. The Early Cretaceous
819 aroid, *Spixiarum kipea* gen. et sp. Nov., and implications on early dispersal and
820 ecology of basal monocots. *Taxon*, 62, 997–1008.
- 821 Coiffard, C., Kardjilov, N., Manke, I., Bernardes-de-Oliveira, M.E.C., 2019. Fossil
822 evidence of core monocots in the Early Cretaceous. *Nature Plants*, 5, 691–696.
- 823 Coimbra, J.C., Arai, M., Carreño, A.L., 2002. Biostratigraphy of Lower Cretaceous
824 microfossils from the Araripe basin, northeastern Brazil. *Geobios*, 35, 687–698.
- 825 Custódio, M.A., Quaglio, F., Warren, L.V., Simões, M.G., Fürsich, F.T., Perinotto, J.A.J.,
826 Assine, M.L., 2017. The transgressive-regressive cycle of the Romualdo Formation
827 (Araripe Basin): Sedimentary archive of the Early Cretaceous marine ingression in
828 the interior of Northeast Brazil. *Sedimentary Geology*, 359, 1–15.
- 829 Du, K.S., Ortega-Hernández, J., Yang, J., Yang, X.Y., Guo, Q.H., Li, W., He, J.F., Li,
830 K.R., Du, J.L., Hou, J.B., Zhang, X.G. 2020. A new early Cambrian Konservat-
831 Lagerstätte expands the occurrence of Burgess Shale-type deposits on the Yangtze
832 Platform. *Earth-Science Reviews*, 103409.
- 833 Elder, R.L., 1985. Principles of Aquatic Taphonomy with Examples from the Fossil Record
834 (Unpubl. PhD thesis), University of Michigan, 351 pp.
- 835 Elder, R.L., Smith, G.R., 1988. Fish taphonomy and environmental inference in
836 paleolimnology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 62, 577–592.

- 837 Escalona, E.L.B., Mancuso, A.C., Benavente, C.A., 2019. Bioerosion on spinicaudata
838 shells from a Triassic freshwater paleolake, Mendoza, Argentina. *Palaios*, 34, 616–
839 630.
- 840 Fara, E., Gayet, M., Taverne, L., 2007. Les Gonorynchiformes fossiles: distribution et
841 diversité. *Cybium*, 31, 125–132.
- 842 Faux, C.M., Padian, K., 2007. The opisthotonic posture of vertebrate skeletons: postmortem
843 contraction or death throes? *Paleobiology*, 33, 201–226.
- 844 Figueiredo, F.J., 2004. A new Euteleostean fish from the Lower Cretaceous. *Arquivos do*
845 *Museu Nacional do Rio de Janeiro*, 62, 293–307.
- 846 Freitas, B.T., 2014. A Formação Marizal (Aptiano) na Bacia do Tucano (BA): contribuição
847 à análise da arquitetura de depósitos fluviais e implicações paleobiogeográficas
848 (Unpubl. PhD thesis). Universidade de São Paulo, 175 pp.
- 849 Freitas, B.T., Almeida, R.P., Carrera, S.C., Figueiredo, F.T., Turras, B.B., Varejão, F.G.,
850 Assine, M.L., 2017. Aptian sedimentation in the Recôncavo-Tucano-Jatobá Rift
851 System and its tectonic and paleogeographic significance. *Journal of South*
852 *American Earth Sciences*, 80, 460–481.
- 853 Frey, E., Martill, D.M., 1994. A new pterosaur from the Crato Formation (Lower
854 Cretaceous, Aptian) of Brazil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*,
855 *Abhandlungen*, 194, 379–412.
- 856 Frey, E., Martill, D.M., Buchy, M.C., 2003a. A new crested ornithocheirid from the Lower
857 Cretaceous of northeastern Brazil and the unusual death of an unusual pterosaur.
858 *Geological Society, London, Special Publications*, 217, 55–63.

- 859 Frey, E., Tischlinger, H., Buchy, M.C., Martill, D.M., 2003b. New specimens of
860 Pterosauria (Reptilia) with soft parts with implications for pterosaurian anatomy and
861 locomotion. Geological Society, London, Special Publications, 217, 233–266.
- 862 Fürsich, F.T., Sha, J., Jiang, B., Pan, Y., 2007a. High resolution palaeoecological and
863 taphonomic analysis of Early Cretaceous lake biota, western Liaoning (NE-China).
864 Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 253, 434–457.
- 865 Fürsich, F.T., Werner, W., Schneider, S., Mäuser, M., 2007b. Sedimentology, taphonomy,
866 and palaeoecology of a laminated plattenkalk from the Kimmeridgian of the
867 northern Franconian Alb (southern Germany). Palaeogeography, Palaeoclimatology,
868 Palaeoecology, 243, 92–117.
- 869 Fürsich, F.T., Custódio, M.A., Matos, S.A., Hethke, M., Quaglio, F., Warren, L.V., Assine,
870 M.L., Simões, M.L., 2019. Analysis of a Cretaceous (late Aptian) high-stress
871 ecosystem: The Romualdo Formation of the Araripe Basin, northeastern Brazil.
872 Cretaceous Research, 95, 268–296.
- 873 Gäb, F.; Balhaus, C.; Stinnesbeck, E.; Kral, A.G.; Janssen, K. and Bierbaum, G. 2020.
874 Experimental taphonomy of fish role of elevated pressure, salinity and pH.
875 Scientific Reports, 10,7839.
- 876 Gallego, O. F., Monferran, M. D., Astrop, T. I., Zacarias, I. A., 2013. Reassignment of
877 *Lioestheria codoensis* Cardoso (Spinicaudata, Antronestheriidae) from the Lower
878 Cretaceous of Brazil: systematics and paleoecology. Revista brasileira de
879 paleontologia, 16, 47–60.
- 880 Gratzner, R., Neumann, V.H., Vortisch, W., Rocha, D.E.A., Betchel, A., 2013. Stable
881 isotopes of organics and inorganics, clay mineralogy and chemical environment of

- 882 an Aptian lacustrine succession in northeastern Brazil. Geological Society, London,
883 Special Publications, 382, 157–182.
- 884 Grimaldi, D.A., 1990. Insects from the Santana Formation, Lower Cretaceous, of Brazil.
885 Bulletin of the American Museum of Natural History, 195, 1–191.
- 886 Hethke, M., 2014. A multiproxy approach to studying lake ecosystems in the Mesozoic.
887 (Unpubl. PhD thesis). Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg, 219 pp.
- 888 Itano, W., 2019. On the definition of “Lagerstätte”: going back to the source. Trilobite
889 Tales, 37, 16–18.
- 890 Jenisch, A.G., Lehn, I., Gallego, O.F., Monferran, M.D., Horodyski, R.S., Faccini, U. F.,
891 2017. Stratigraphic distribution, taphonomy and paleoenvironments of Spinicaudata
892 in the Triassic and Jurassic of the Paraná Basin. Journal of South American Earth
893 Sciences, 80, 569–588.
- 894 Kellner, A.W.A., 1984. Ocorrência de uma mandíbula de pterosauria (*Brasileodactylus*
895 *araripensis*, nov. gen.; nov. sp) na Formação Santana, Cretáceo da Chapada do
896 Araripe, Ceará-Brasil. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia. Anais, Rio de
897 Janeiro, 578–590.
- 898 Kidwell, S.M., Fürsich, F.T., Aigner, T., 1986. Conceptual framework for the analysis and
899 classification of shell concentration. Palaios, 1, 228–238.
- 900 Kidwell, S.M., Holland, S.M., 1991. Field Description of coarse bioclastic fabric. Palaios,
901 6, 426–434.
- 902 Kirkland, J.I., 2006. Fruita paleontological area (Upper Jurassic, Morrison Formation),
903 Western Colorado: an example of terrestrial taphofacies analysis. In: Foster, J.R.
904 and Lucas, S.G. (Eds.), Paleontology and Geology of the Upper Jurassic Morrison

- 905 Formation. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin, 36, 67–
906 95.
- 907 Kobayashi, T., Kusumi, H., 1953. A study on *Estherites middendorffii* (Jones). Japanese
908 Journal of Geology and Geography, 23, 1–24.
- 909 Lavilla-Pitogo, C.R., Lio-Po, G.D., Cruz-Lacierda, E.R., Alapide-Tendencia, E.V., de la
910 Peña, L.D., 2000. Diseases of penaeid shrimps in the Philippines. Aquaculture
911 Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Tigbauan. Aquaculture
912 Extension Manual, 16, 83.
- 913 Linder, F., 1945. Affinities within the Branchiopoda, with notes on some dubious fossils.
914 Arkiv för Zoologi, 37a, 1–28.
- 915 Magnavita, L.P., Cupertino, J.A., 1987. Concepção atual sobre as Bacias do Tucano e
916 Jatobá, Nordeste do Brasil. Boletim de Geociência da Petrobras, 1, 119–13416.
- 917 Magnavita, L.P., Destro, N., Carvalho, M.S.S., Milhomem, P.S., Souza-Lima, W., 2003.
918 Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia Tucano. Fundação Paleontológica Phoenix.
919 Séries Bacias Sedimentares, 5, 52.
- 920 Maisey, J.G., 1991. Santana fossils: an illustrated atlas. T.F.H. Publications, Neptune City.
921 Maisey, J.G., 2000. Continental break up and the distribution of fishes of Western
922 Gondwana during the Early Cretaceous. Cretaceous Research, 21, 281–314.
- 923 Maldanis, L. Carvalho, M., Almeida, M.R., Freitas, F.I., Andrade, J.A.F.G., Nunes, R.S.,
924 Rochitte, C.E., Poppi, R.J., Freitas, R.O., Rodrigues, F., Siljeström, Lima, F.A.,
925 Galante, D., Carvalho, I.S., Perez, C.A., Carvalho, M.R., Bettini, J., Fernandez, V.,
926 Xavier-Neto, J., 2016. Heart fossilization is possible and inform the evolution of
927 cardiac outflow tract in vertebrates. eLife 5, e14698.

- 928 Mancuso, A.C., 2012. Taphonomic analysis of fish in rift lacustrine systems:
929 Environmental indicators and implications for fish speciation. *Palaeogeography,*
930 *Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 339, 121–131.
- 931 Martins-Neto, R.G., Mezzalira, S., 1991. Revisão dos paleomonídeos terciários brasileiros
932 (Crustacea, Caridea) com descrição de novos taxa. *Anais da Academia Brasileira de*
933 *Ciências*, 63, 361–367.
- 934 Martill, D.M., Bechly, G., Loveridge, R.F. (Eds.), 2007. *The Crato Fossil Beds of Brazil:*
935 *Window into an Ancient World.* Cambridge University Press, Cambridge.
- 936 Melo Jr., J.L., Oliveira, P.E., 1939. Novas localidades fossilíferas do nordeste da Baía.
937 Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia,
938 *Boletim*, 103, 1–69.
- 939 Melo, R.M., Guzmán, J., Almeida-Lima, D., Piovesan, E.K., Neumann, V.H.M.L., Jesus e
940 Sousa, A., 2020. New marine data and age accuracy of the Romualdo Formation,
941 Araripe Basin, Brazil. *Scientific Reports*, 10, 15779.
- 942 Milani, E.J., Davison, I., 1988. Basement control and transfer tectonics in the Recôncavo-
943 Tucano-Jatobá rift, Northeast Brazil. *Tectonophysics*, 154, 41–70.
- 944 Mohr, B.A.R., Berardes-de-Oliveira, M.E.C., Loveridge, R.F., 2007. The macrophyte flora
945 of the Crato Formation. In: Martill, D.M., Bechly, G., Loveridge, R.F. (Eds.), *The*
946 *Crato fossil beds of Brazil.* Cambridge, New York, 537–565.
- 947 Monferran, M.D.D., Angelo, J.A., Cabaleri, N.G., Gallego, O.F., Garban, G., 2018.
948 Chemical taphonomy and preservation modes of Jurassic spinicaudatans from
949 Patagonia: a chemometric approach. *Journal of Paleontology*, 92, 1054–1065.

- 950 Muricy Filho, A.F., Neves, J.P., 2001. Recursos minerais. In Muricy Filho, A.F. (Org.),
951 Projeto síntese da geologia da Bacia de Tucano Sul: Estado da Bahia. Serviço
952 Geológico do Brasil-CPRM, Salvador, 26–33.
- 953 Muscente, A.D., Martindale, R.C., Schiffbauer, J.D., Creighton, A.L., Bogan, B. A., 2019.
954 Taphonomy of the lower Jurassic Konservat-Lagerstätte at Ya Ha Tinda (Alberta,
955 Canada) and its significance for exceptional fossil preservation during oceanic
956 anoxic events. *Palaios*, 34, 515–541.
- 957 Naish, D., Martill, D. M. Merrick, I., 2007. Birds of the Crato Formation. In: Martill, D.M.,
958 Bechly, G., Loveridge, R.F. (Eds.) *The Crato Fossil Beds of Brazil*. Cambridge,
959 New York, 525–534.
- 960 Orr, P.J., Briggs, D.E., Kearns, S.L., 2008. Taphonomy of exceptionally preserved
961 crustaceans from the Upper Carboniferous of southeastern Ireland. *Palaios*, 23, 298–
962 312.
- 963 Overstreet, R.M., 1985. Some parasitological aspects of shrimp culture in the United States.
964 In: Hargis, W.J. (Eds.), *Parasitology and Pathology of Marine Organisms of the*
965 *World Ocean*. U.S. National Oceanographic and Atmospheric Administration
966 Washington, D.C., 117.
- 967 Pan, Y., Fürsich, F.T., Zhang, J., Wang, Y., Zheng, X., 2015. Biostratigraphic analysis of
968 *Lycoperia* beds from the Early Cretaceous Yixian Formation, western Liaoning,
969 China. *Palaeontology*, 58, 537–561.
- 970 Pan, Y., Fürsich, F.T., Chellouche, P., Hu, L., 2019. Taphonomy of fish concentrations
971 from the Upper Jurassic Solnhofen Plattenkalk of Southern Germany. *Neues*
972 *Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen*, 292, 73–92.

- 973 Prado, L.A.C., Calado, T.C.S., Barreto, A.M.F., 2019. New records of shrimps from the
974 Lower Cretaceous Romualdo Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil, with
975 new taxa of Penaeoidea (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata). *Cretaceous*
976 *Research*, 99, 96–103.
- 977 Pêgas, R.V., De Castro Leal, M.E., Kellner, A.W.A., 2016. A basal tapejarine (Pterosauria;
978 Pterodactyloidea; Tapejaridae) from the Crato Formation, early Cretaceous of
979 Brazil. *PLoS One*, 11, 1–17.
- 980 Petri, S., 1987. Cretaceous paleogeographic maps of Brazil. *Palaeogeography,*
981 *Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 59, 117–168.
- 982 Plotnick, R.E., 1986. Taphonomy of a modern shrimp: implications for the arthropod fossil
983 record. *Palaios*, 1, 286–293.
- 984 Potter, P., 1997. The Mesozoic and Cenozoic paleodrainage of South America: a natural
985 history. *Journal of South American Earth Sciences*, 10, 331–344.
- 986 Poyato-Ariza, F.J., Talbot, M.R., Fregenal-Martínez, M.A., Meléndez, N., Wenz, S., 1998.
987 First isotopic and multidisciplinary evidence for nonmarine coelacanths and
988 pycnodontiform fishes: palaeoenvironmental implications. *Palaeogeography,*
989 *Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 144, 65–84.
- 990 Regali, M.S.P., 2001. Indicação de ambiente marinho marginal na Bacia de Tucano:
991 Formação Marizal, Neoptiano, Bahia-Brasil. In: XVII Congresso Brasileiro de
992 Paleontologia, *Revista Brasileira de Paleontologia*, Rio Branco, 141.
- 993 Reis, M.A.F., 2005. Utilização da paleobiota da Formação Marizal, Cretácio Inferior
994 Aptiano da Bacia de Tucano, na correlação com outras bacias cretácicas do
995 Nordeste do Brasil (Unpubl. PhD thesis). Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
996 169 pp.

- 997 Reis, M.A.F., Dino, R., Pereira, E., Antonioli, L., 2007. Dados palinológicos da Formação
998 Marizal da Bacia do Recôncavo, Nordeste do Brasil. In: Carvalho, I.S., Cassab,
999 R.C.T., Schwanke, C., Carvalho, M.A., Fernandes, A.C.S., Rodrigues, M.A.C.,
1000 Carvalho, M.S.S., Arai, M., Oliveira, M.E.Q. (Eds.), *Paleontologia: Cenários de*
1001 *Vida*, Interciência, Rio de Janeiro, 2, 559–573.
- 1002 Reisdorf, A.G., Wuttke, M., 2012. Re-evaluating Moodie’s opisthotonic-posture hypothesis
1003 in fossil vertebrates part I: reptiles—the taphonomy of the bipedal dinosaurs
1004 *Compsognathus longipes* and *Juravenator starki* from the Solnhofen Archipelago
1005 (Jurassic, Germany). *Palaeobiodiversity and palaeoenvironments*, 92, 119–168.
- 1006 Ribeiro, A.C., Poyato-Ariza, F.J., Bockmann, F.A., Carvalho, M. R., 2018. Phylogenetic
1007 relationships of Chanidae (Teleostei: Gonorynchiformes) as impacted by *Dastilbe*
1008 *moraesi*, from the Sanfranciscana Basin, Early Cretaceous of Brazil. *Neotropical*
1009 *Ichthyology*, 16, 1–12.
- 1010
- 1011 Ribeiro, A.C., Poyato-Ariza, F.J., Varejão, F.G., Bockmann, F.A., 2020. The branchial
1012 skeleton in Aptian chanid fishes (Gonorynchiformes) from the Araripe Basin
1013 (Brazil): Autoecology and paleoecological implications. *Cretaceous Research*, 112,
1014 104454.
- 1015 Ribeiro, A.C., Ribeiro, G.C., Varejão, F.G., Battirola, L.D., Pessôas, E.M., Simões, M.G.,
1016 Warren, L.V., Riccomini, C., Poyato-Ariza, F.J., 2021. Towards an actualistic view
1017 of the Crato Konservat-Lagerstätte paleoenvironment: A new hypothesis as an Early
1018 Cretaceous (Aptian) equatorial and semi-arid wetland. *Earth-Science Reviews*, 216,
1019 103573.

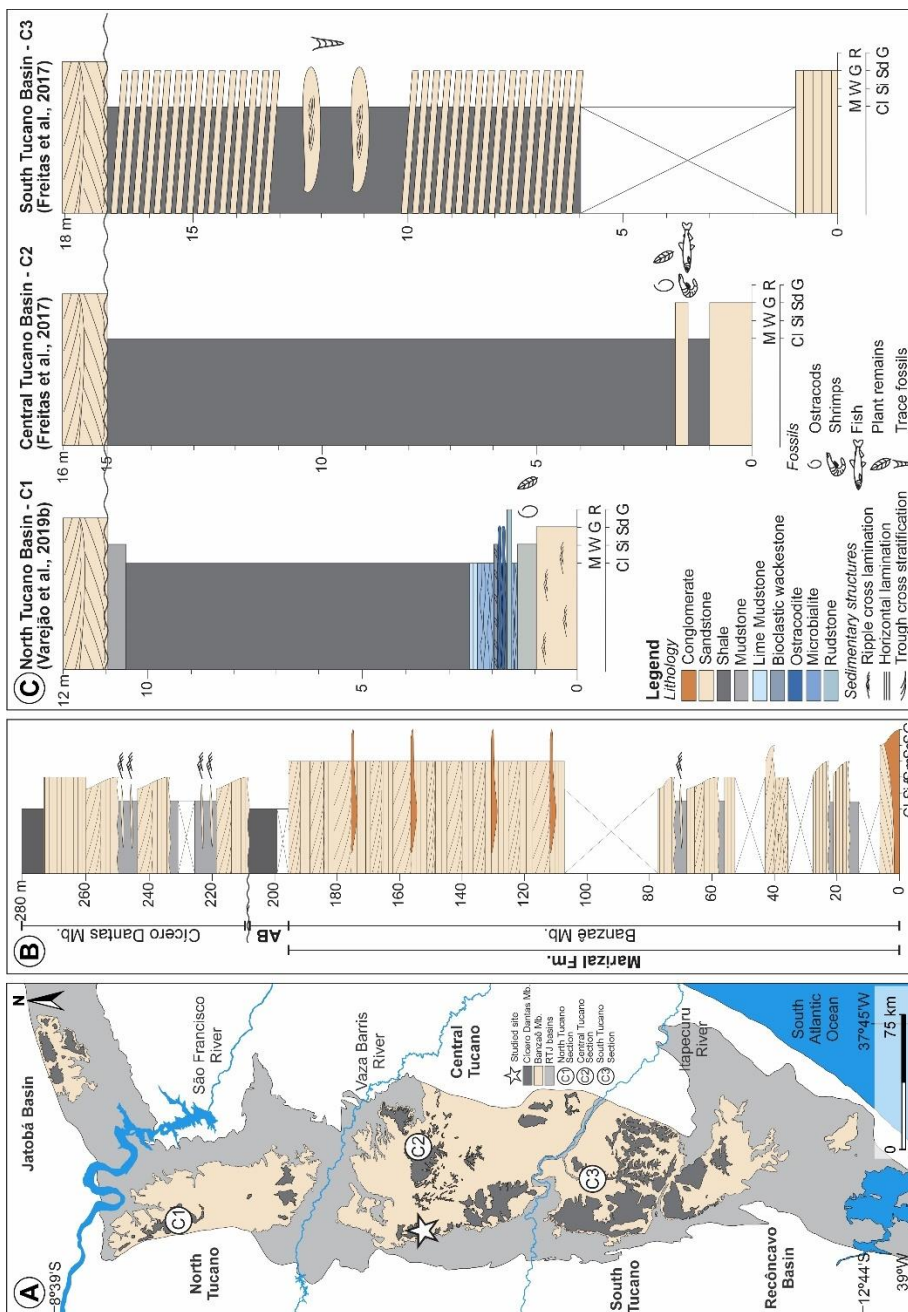
- 1020 Rios-Netto, A.M., Paula-Freitas, A.B.L., Carvalho, I.S., Regali, M.D.S.P., Borghi, L.,
1021 Freitas, F.I., 2012. Formalização estratigráfica do Membro Fundão, Formação Rio
1022 da Batateira, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista*
1023 *Brasileira de Geociências*, 42, 281–292.
- 1024 Rodrigues, M.G., Matos, S.A., Varejão, F.G., Fürsich, F.T., Warren, L.V., Assine, M.L.,
1025 Simões, M.G., 2020. Short-lived “Bakevelliid-sea” in the Aptian Romualdo
1026 Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 115, 104555.
- 1027 Roxo, M.G.O., 1940. Preliminary note on fossil crustacea from Bahia, Brazil. *Anais da*
1028 *Academia Brasileira de Ciências*, 4, 279–280.
- 1029 Sagemann, J., Bale, S.J., Briggs, D.E.G., Parkes, R.J., 1999. Controls on the formation of
1030 authigenic minerals in association with decaying organic matter: an experimental
1031 approach. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63, 1083–1095.
- 1032 Santos, C.C., Reis, R., 2011. Projeto Bacia do Tucano Central: Folha Caimbé – SC. 24-Z-
1033 A-I; Folha Jeremoabo – SC.24-Z-A-II. Estado da Bahia. Serviço Geológico do
1034 Brasil-CPRM. Programa Geologia do Brasil, Levantamentos Geológicos Básicos.
1035 Salvador, 99 pp.
- 1036 Schaeffer, B., Mangus, M., 1976. An early Triassic fish assemblage from British Columbia.
1037 *Bulletin of the American Museum Natural History*, 156, 519–559.
- 1038 Scherer, C.M.S., Goldberg, K., Bardola, T., 2015. Facies architecture and sequence
1039 stratigraphy of an early post-rift fluvial succession, Aptian Barbalha Formation,
1040 Araripe Basin, northeastern Brazil. *Sedimentary Geology*, 322, 43–62.
- 1041 Schweitzer, C.E., Feldmann, R.M., Hu, S., Huang, J., Zhou, C., Zhang, Q., Wen, W., Xie,
1042 T., 2014. Penaeoid Decapoda (Dendrobranchiata) from the Luoping Biota (Middle

- 1043 Triassic) of China: Systematics and taphonomic framework. *Journal of*
1044 *Paleontology*, 88, 457–474.
- 1045 Schweitzer, C.E., Santana, W., Pinheiro, A., Feldmann, R.M., 2019. Redescription and
1046 illustration of caridean shrimp from the Cretaceous (Aptian) of Brazil. *Journal of*
1047 *South American Earth Sciences*, 90, 70–75.
- 1048 Seilacher, A., 1970. Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten (Concept and meaning
1049 of fossil lagerstätten): *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*,
1050 *Monatshefte*, 1, 34–39.
- 1051 Seilacher, A., Reif, W.E., Westphal, F., 1985. Sedimentological, ecological and temporal
1052 patterns of fossil Lagerstätten: *Philosophical Transactions of the Royal Society of*
1053 *London B*, 311, 5–23.
- 1054 Silva-Santos, R., 1972. Peixes da Formação Marizal, Estado da Bahia (Unpubl. PhD
1055 thesis). Universidade de São Paulo, 76 pp.
- 1056 Silva-Santos, R., 1985. *Clupavus brasiliensis* n. sp. (Teleostei, Clupeiformes) do Cretáceo
1057 inferior- Formação Marizal, Estado da Bahia. In: Campos, D.A., Ferreira, C.S.,
1058 Brito, I.M., Viana, C.F. (Eds.), *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*. DNPM,
1059 Brasília, 155–159.
- 1060 Silva-Santos, R., 1990. *Vinctifer longirostris*, do Cretáceo inferior da Formação Marizal,
1061 Estado da Bahia, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 62, 251–260.
- 1062 Stigall, A.L., Babcock, L.E., Briggs, D.E., Leslie, S.A., 2008. Taphonomy of lacustrine
1063 interbeds in the Kirkpatrick Basalt (Jurassic), Antarctica. *Palaios*, 23, 344–355.
- 1064 Storari, A.P., Rodrigues, T., Bantim, R.A.M., Lima, F.J., Saraiva, A.A.F., 2021. Mass
1065 mortality events of autochthonous faunas in a Lower Cretaceous Gondwanan
1066 Lagerstätte. *Scientific Reports*, 11, 6976.

- 1067 Tasch, P., 1982. Experimental valve geothermometry applied to fossil conchostracan
1068 valves, Blizzard Heights, Antarctica. International Union of Geological Sciences.
1069 Publication. Series B, 4, 661–668.
- 1070 Tomé, M.E., Lima Filho, M.F., Neumann, V.H., 2014. Taxonomic studies of non-marine
1071 ostracods in the Lower Cretaceous (Aptian–lower Albian) of post-rift sequence
1072 from Jatobá and Araripe basins (Northeast Brazil): stratigraphic implications.
1073 Cretaceous Research, 48, 153–176.
- 1074 Varejão, F.G., Warren, L.V., Perinotto, J.A.J., Neumann, V.N., Freitas, B.T., Almeida,
1075 R.P., Assine, M.L., 2016. Upper Aptian mixed carbonate-siliciclastic sequences
1076 from Tucano Basin, Northeastern Brazil: implications for paleogeographic
1077 reconstructions following Gondwana break-up. Cretaceous Research, 67, 44–58.
- 1078 Varejão, F.G., Warren, L.V., Simões, M.G., Fürsich, F.T., Matos, S.A., Assine, M.L.,
1079 2019a. Exceptional preservation of soft tissues by microbial entombment: insights
1080 into the taphonomy of the Crato Konservat-Lagerstätte. Palaios, 34, 331–348.
- 1081 Varejão, F.G., Warren, L.V., Freitas, B.T., Neumann, V.H., Assine, M.L., 2019b. Saline
1082 lake development in the Aptian post-rift phase of the Tucano Basin: Tectonic and
1083 paleogeographic implications. Journal of South American Earth Sciences, 92, 282–
1084 297.
- 1085 Varejão, F.G., Fürsich, F.T., Warren, L.V., Matos, S.A., Rodrigues, M.G., Assine, M.L.,
1086 Sales, A.M.F., Simões, M.G., 2019c. Microbialite fields developed in a protected
1087 rocky coastline: The shallow carbonate ramp of the Aptian Romualdo Formation
1088 (Araripe Basin, NE Brazil). Sedimentary Geology, 389, 103–120.
- 1089 Varejão, F.G., Warren, L.V., Simões, M.G., Buatois, L.A., Mángano, M.G., Bahniuk,
1090 A.M.R., Assine, M.L., 2021. Mixed siliciclastic-carbonate sedimentation in an

- 1091 evolving epicontinental sea: Aptian record of marginal marine settings in the
1092 interior basins of north-eastern Brazil. *Sedimentology*, 68, 2125–2164.
- 1093 Venkataramiah, A., Lakshmi, G.J., Biesiot, P., Valleau, J.D., Gunter, G., 1977. Studies on
1094 the time course of salinity and temperature adaptation in the commercial brown
1095 shrimp *Penaeus aztecus* Ives. Gulf Coast Research Lab Ocean Springs Miss, p. 308.
- 1096 Viana, C.F., Gama Jr, E.G., Simões, I.D.A., Moura, J.A., Fonseca, J.D.R., Alves, R.J., 1971.
1097 Revisão estratigráfica da bacia Recôncavo/Tucano. *Boletim. Técnico da Petrobras*,
1098 14, 157–192.
- 1099 Viohl, G., 1994. Fish taphonomy of the Solnhofen plattenkalk - an approach to the
1100 reconstruction of the palaeoenvironment. *Geobios*, 27, 81–90.
- 1101 Wang, S., Hethke, M., Wang, B., Tian, Q., Yang, Z., Jiang, B., 2019. High-resolution
1102 taphonomic and palaeoecological analyses of the Jurassic Yanliao Biota of the
1103 Daohugou area, northeastern China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology,*
1104 *Palaeoecology*, 530, 200–216.
- 1105 Weigelt, J., 1927. *Rezente Wirbeltierleichen und ihre paläobiologische Bedeutung.* Max
1106 *Weg, Leipzig.*
- 1107 Weiler, W., 1929. Über das Vorkommen isolierter Köpfe bei fossilen Clupeiden.
1108 *Senckenbergiana*, 11, 40–47.
- 1109 Webb, J.A. 1979. A reappraisal of the palaeoecology of conchostracans (Crustacea:
1110 Branchiopoda). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen*,
1111 158, 259–275.
- 1112 Witton, M.P., 2008. A new azhdarchoid pterosaur from the Crato Formation (lower
1113 cretaceous, aptian?) of Brazil. *Palaeontology*, 51, 1289–1300.

- 1114 Yanbin, S. 1994. Jurassic conchostracans from Carapace Nunatak southern Victoria Land,
1115 Antarctica. *Antarctic Science*, 6, 105–113.
- 1116 Zacarías, I.A., Monferran, M.D., Martínez, S., Gallego, O.F., Cabaleri, N.G., Armella, C.,
1117 Nieto, D.S., 2019. Taphonomic analysis of an autochthonous fossil concentration in
1118 Jurassic lacustrine deposits of Patagonia, Argentina. *Palaeogeography,*
1119 *Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 514, 265–281.



1120

1121

1122 Figure 1. Geological map and stratigraphic column of the Early Cretaceous Marizal

1123 Formation. A. Map showing the basins of the Recôncavo-Tucano-Jatobá Rift System with

1124 the fossil site highlighted (white star), modified from Freitas et al. (2017). B. Columnar

1125 section of the Marizal Formation in the Central Tucano Basin showing the stratigraphic

1126 position of the Amargosa Bed in the upper part of the Banzaê Member, modified from

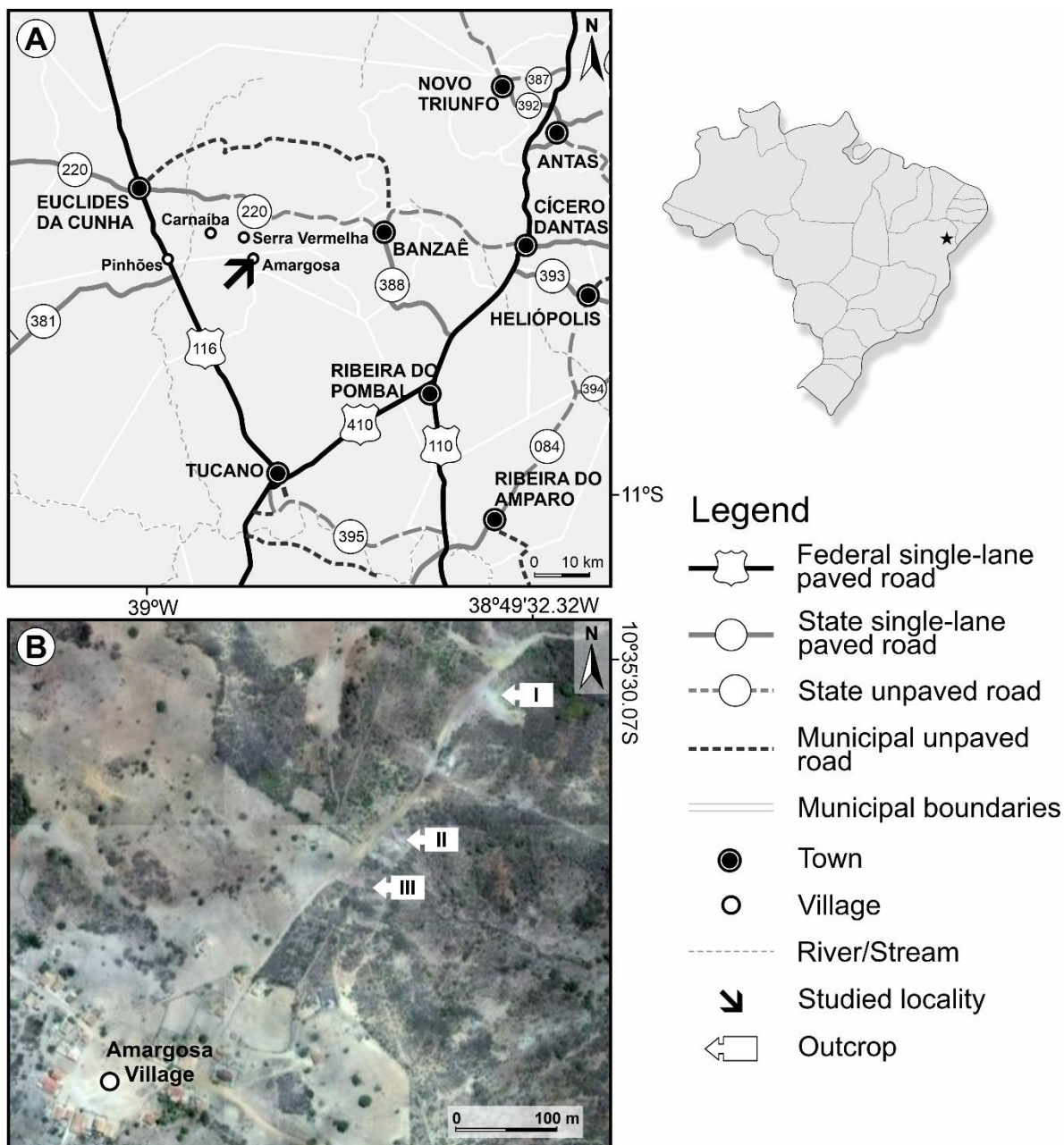
1127 Freitas et al. (2017) and Varejão et al. (2019). The investigated fossil site is in the Central Tucano Basin. Explanation: AB., Amargosa bed; Fm.,

1128 Formation; Mb., Member; Cl., claystone; Si., siltstone; Sd., sandstone; fS., fine sand; mS.,

1129 medium sand; cS., coarse sand; G., granule; M., mudstone; W., wackestone; G., grainstone;

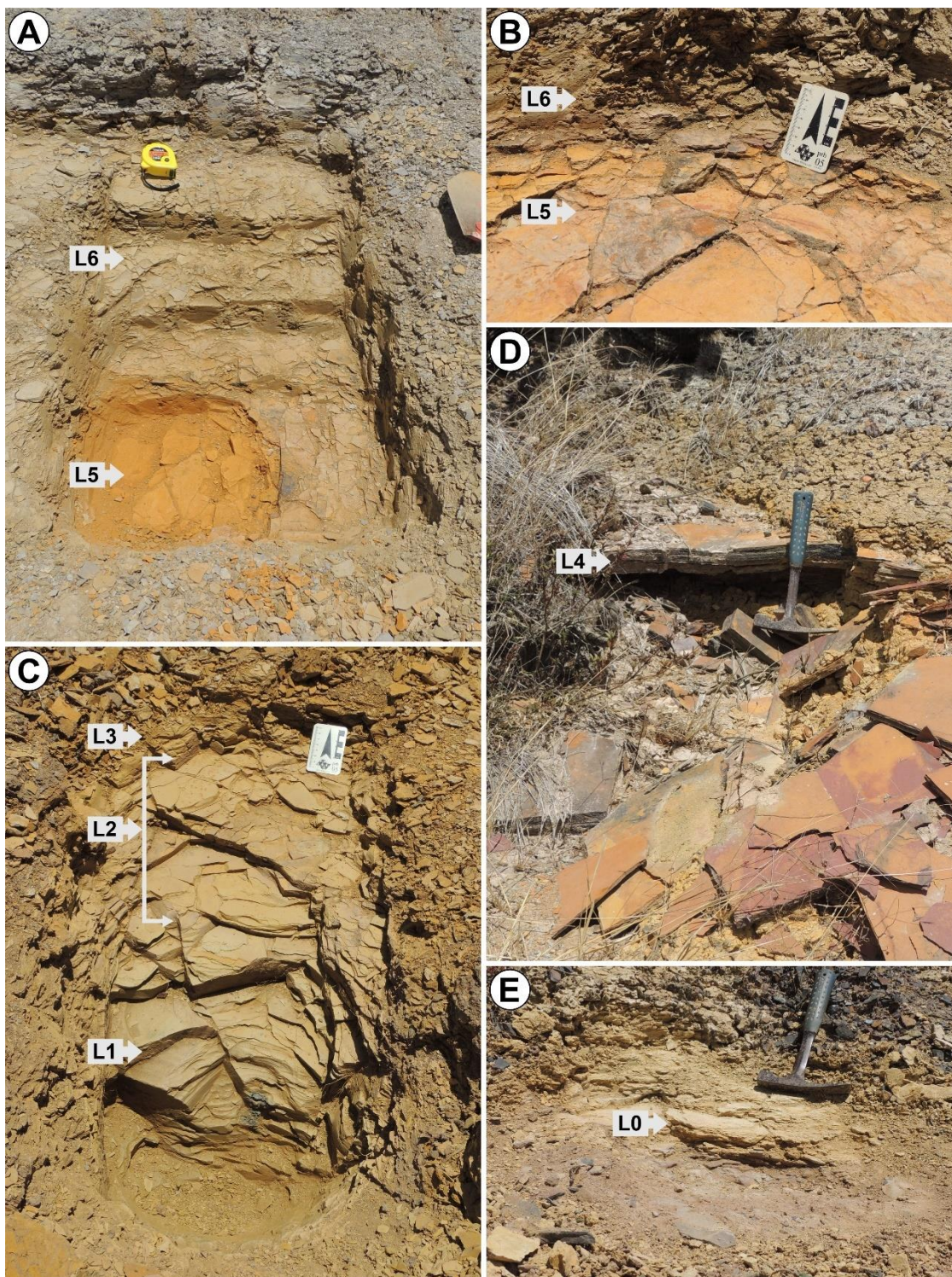
1130 Rudstone.

1131



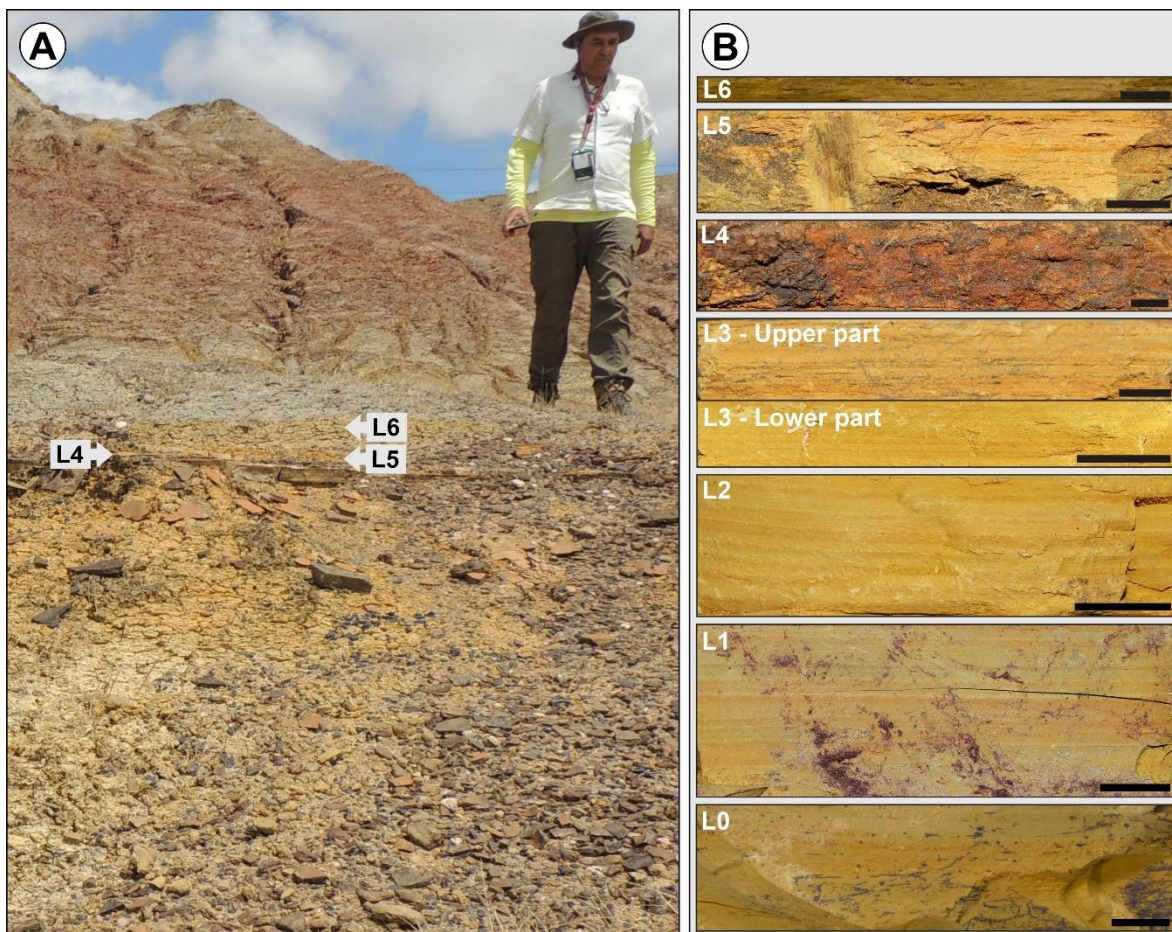
1132
1133
1134
1135
1136
1137

Figure 2. Location of the Amargosa Bed outcrops near the homonymous Village. A. Road map showing the main access routes to the fossil-bearing outcrop (black arrow) in the Euclides da Cunha town, Bahia. Modified from: Road map, Secretary of Infrastructure, 1:750.000, State of Bahia, 2018. B. Google Earth image (date: 26/10/2021) showing the three studied outcrops in the vicinity of the Amargosa Village.



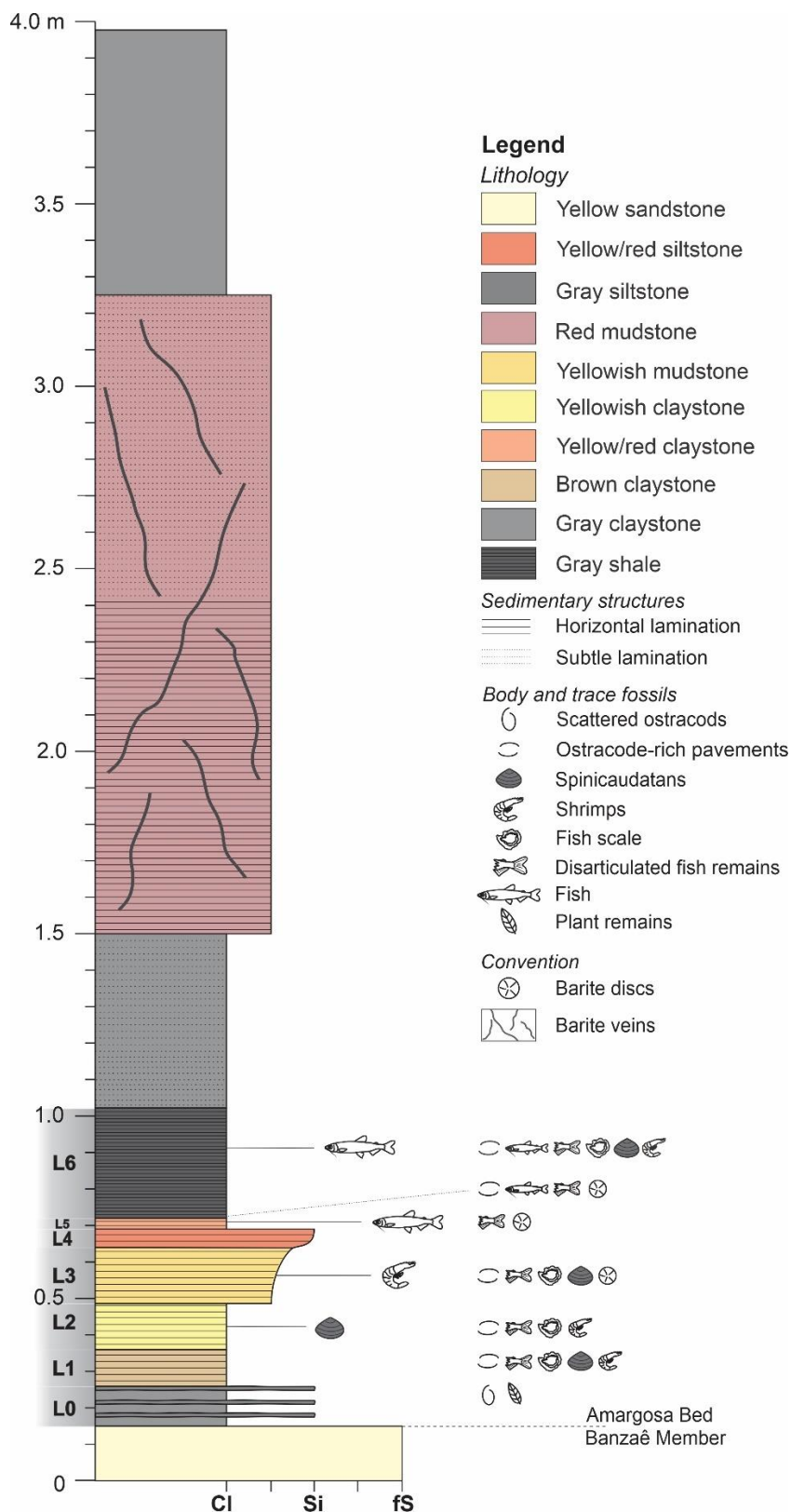
1138
 1139
 1140
 1141
 1142
 1143
 1144

Figure 3. Details of the fossil-rich strata of the Amargosa Bed, Marizal Formation, Euclides da Cunha area, Central Tucano, Bahia. Note the yellowish color of the weathered rocks. A. L5-L6 strata. B. Contact between L5 and L6, exhibiting a large fish specimen. C. L1-L3 strata. D. The unfossiliferous interval L4. E. L0 fossil-bearing interval overlying the Banzaê Member sandstones. A-C: outcrop 1; D-E: outcrop 3. Measuring tape in A is 7.5 cm, scale card in B-C is 8 cm high, and hammer in D-E is 30 cm long.



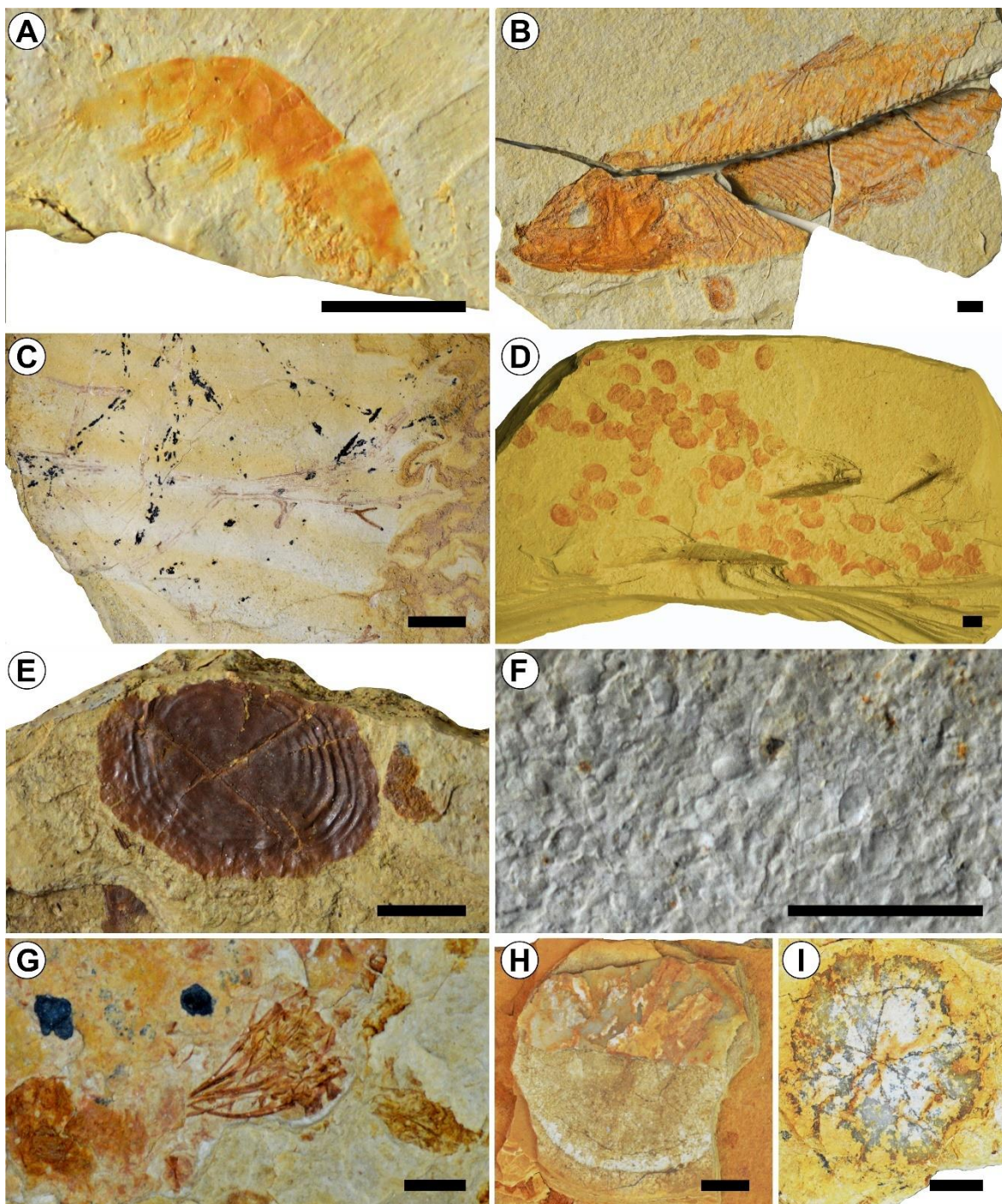
1145
 1146
 1147
 1148
 1149

Figure 4. A. Vertical exposure of the deeply weathered Amargosa Bed, outcrop 2, Marizal Formation, Euclides da Cunha, Central Tucano, Bahia. It is easy to distinguish the intervals L4-L6 and the overlying rocks. B. Color variation and the distinct horizontal lamination of the sampled stratigraphic levels (L0-L6). Scale bar: 1 cm.

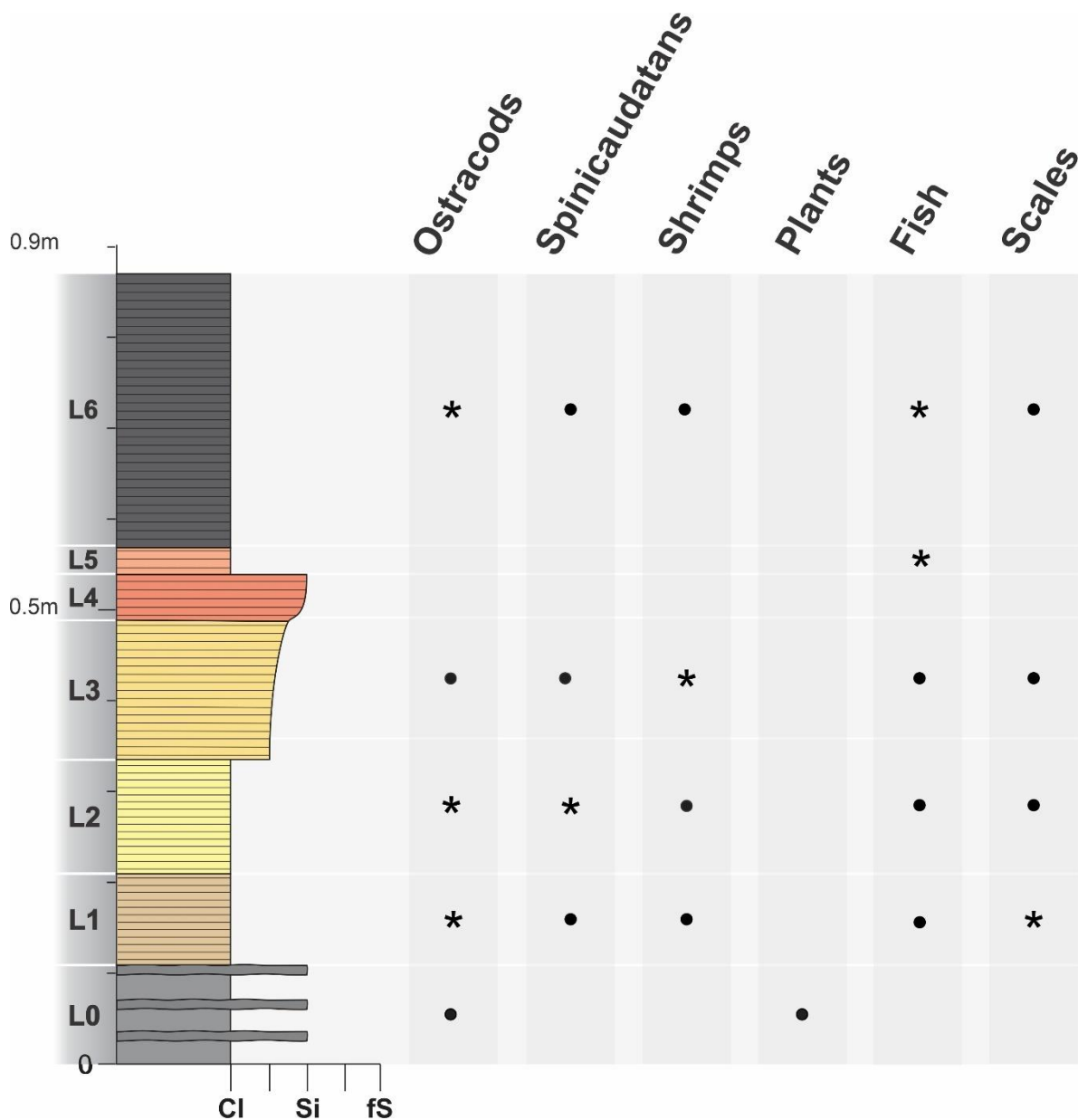


1150
1151
1152
1153

Figure 5. Detail of the section of the Amargosa Bed, Marizal Formation, Euclides da Cunha, Central Tucano Basin, Bahia, based on the outcrop 1 exposure. Explanation: Cl., claystone; Si., siltstone; fS., fine sandstone.



1154
 1155 Figure 6. Main fossil groups of the outcrop 1, Amargosa Bed, Marizal Formation, Central
 1156 Tucano Basin, Bahia. A. Small caridean shrimp, L2, DZP-21027A. B. *Clupavus*
 1157 *brasiliensis* (Clupavidae) fish, L6, DZP-21094. C. Comminuted carbonized plant remains,
 1158 L0, DZP-21742. D. Abundant crustacean clam shrimp (Spinicaudata) shells, L2, DZP-
 1159 21013A. E. Isolate Ichthyodectiform scale (probably of *Ogunichthys triangularis*), L3,
 1160 DZP-21080. F. Dense accumulation of ostracods, L2, DZP-21032C. G. Small clump of
 1161 comminuted fish bones and other undetermined remains (bromatolites?), L5, DZP-21414.
 1162 H-I. Barite discs, L5, DZP-21422B, DZP-21922, respectively. Scale bars: A-B, D-F=3 mm;
 1163 C, G, H-I=5 mm.



1164

1165

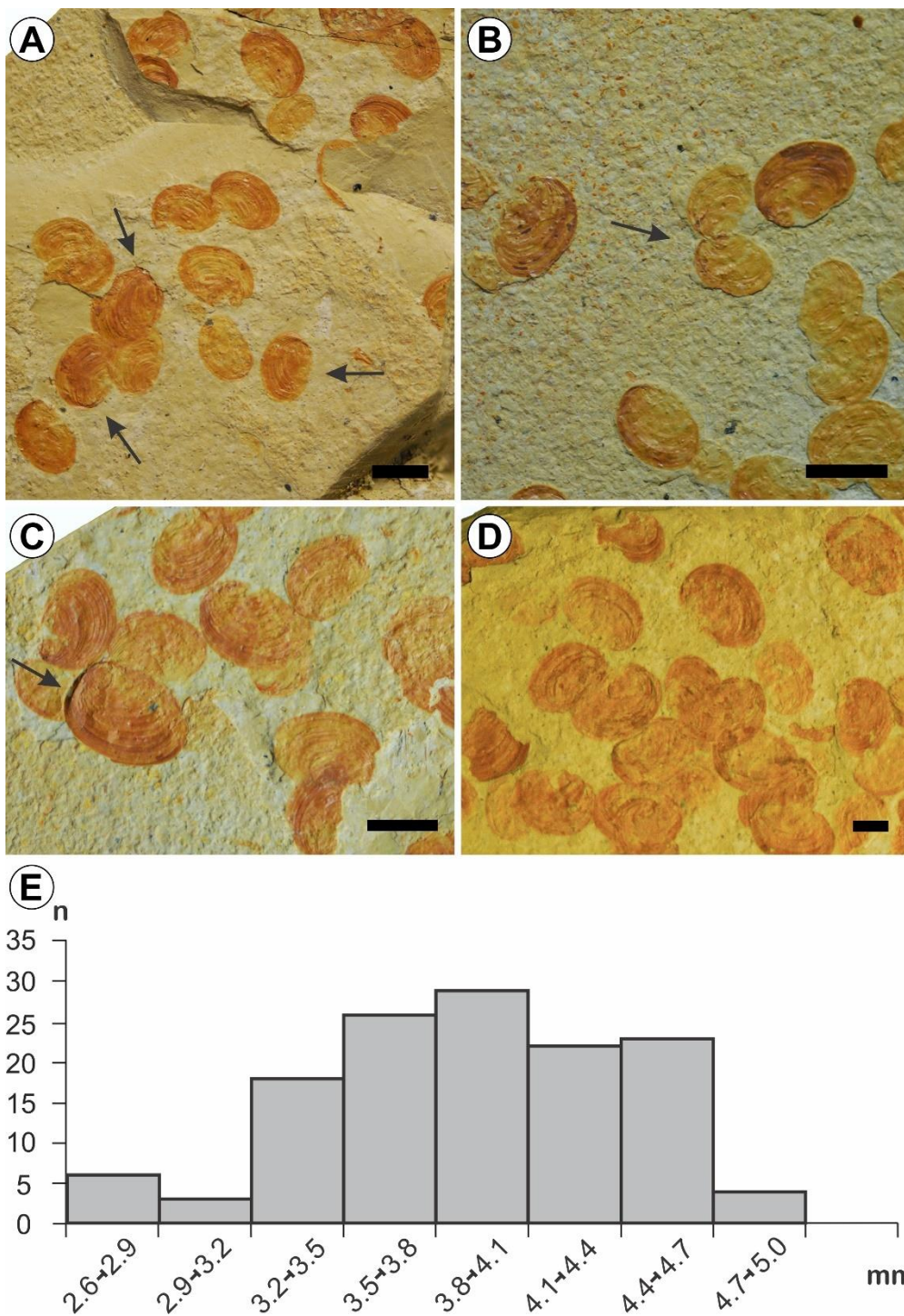
1166 Figure 7. Columnar section showing the constrained vertical distribution (black dots/stars)

1167 of the main fossil groups in the sampled stratigraphic levels (L0-L6) of the Amargosa Bed.

1168 Explanation: black stars indicate the commonest fossils at a given stratigraphic level, and

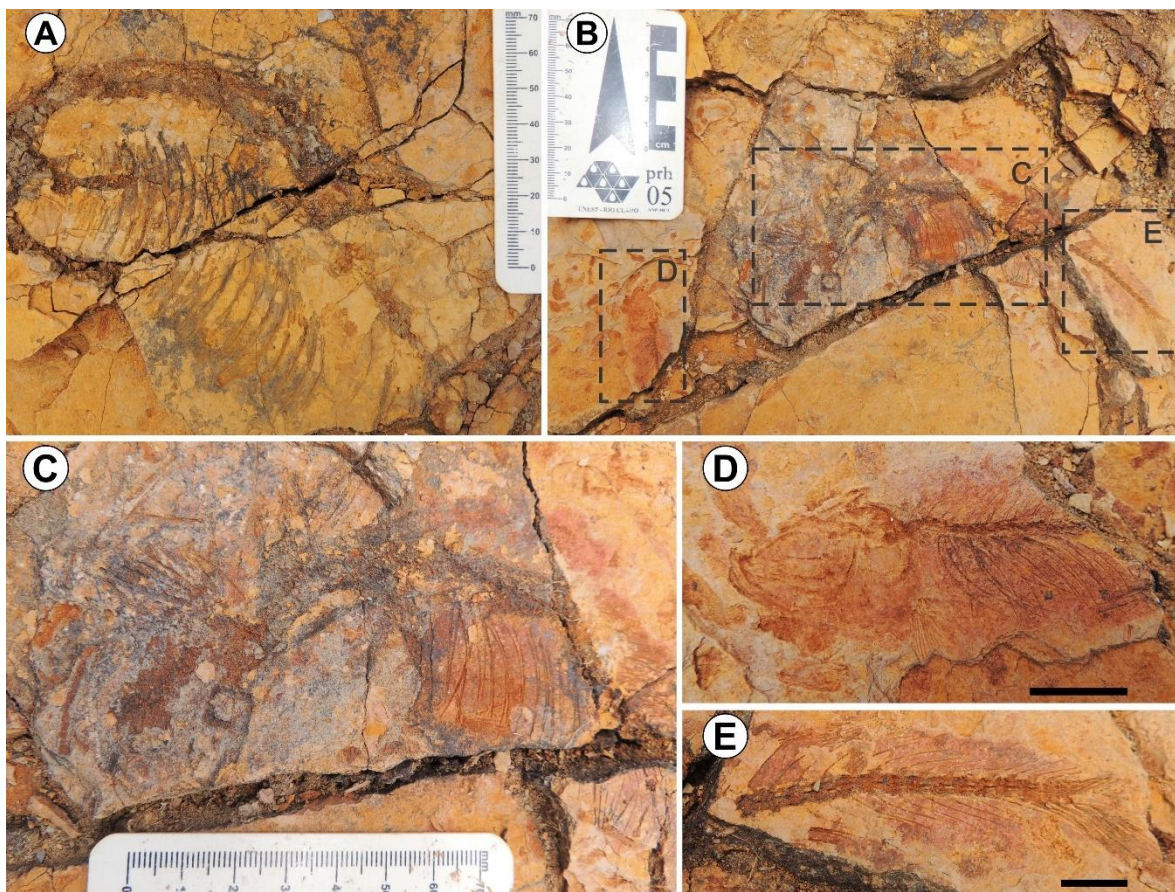
1169 the black dots are fossils of subordinated occurrence. Explanation: Cl., claystone; Si.,

1169 siltstone; fS., fine sandstone.



1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178

Figure 8. Small clumps of crustacean clam shrimps (*Spinicaudata*), outcrop 1, Amargosa Bed, Marizal Formation. Note that the specimens are complete, loosely packed, compressed, and associated with dense accumulations of ostracods. A-C. Closed articulated spinicaudatan shells (black arrows), L2, DZP-21024A and DZP-21013B, respectively. B. Specimen showing splayed open shells (black arrow), L2, DZP-21032C. D. Randomly oriented, loosely packed, disarticulated, complete (i.e., non-fragmented) and flattened spinicaudatan shells, L2, DZP-21013A. E. Size frequency histogram of spinicaudatans specimens from the yellowish mudstone of L2. Scale bars: 3 mm.



1179

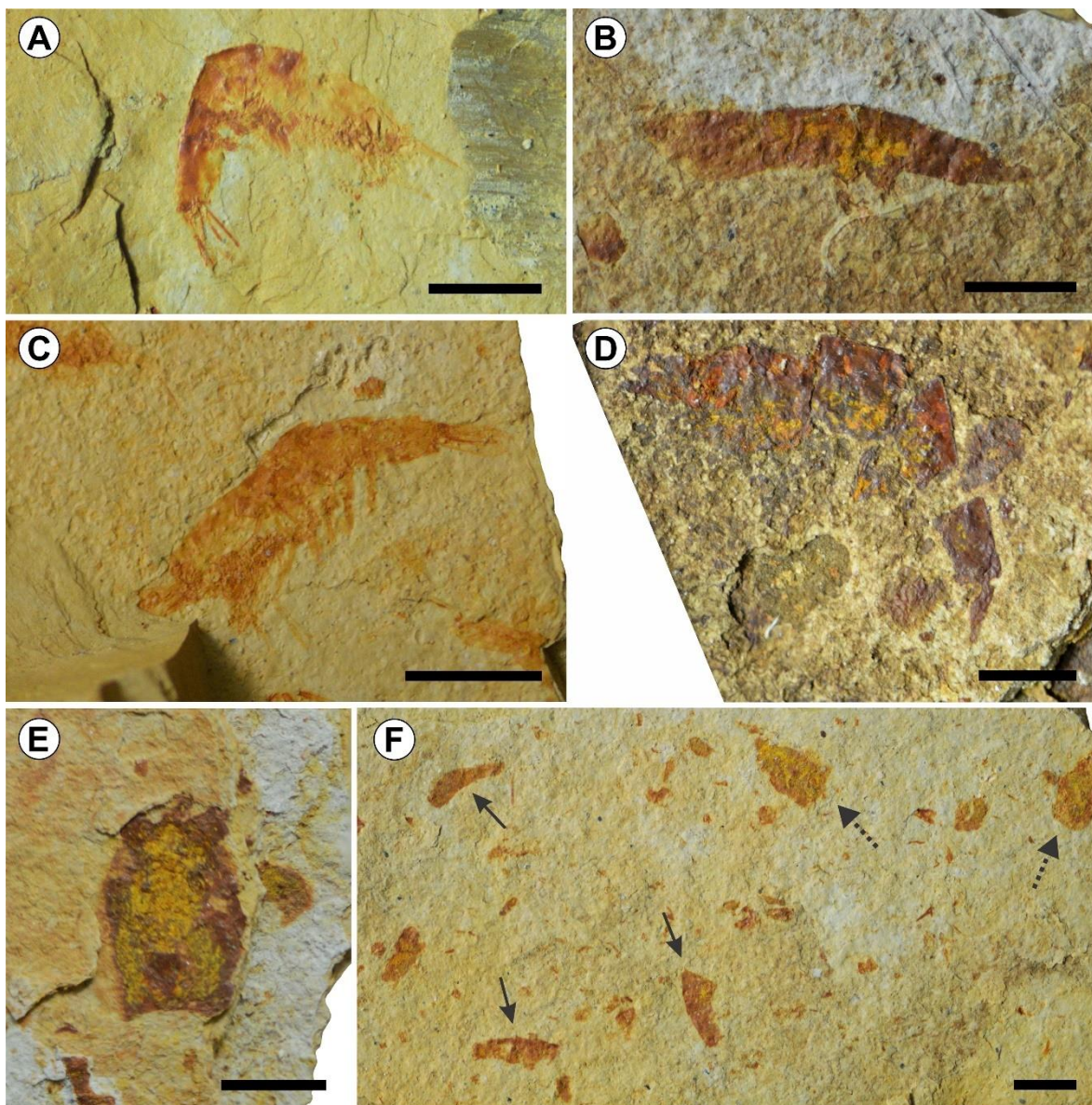
1180

1181

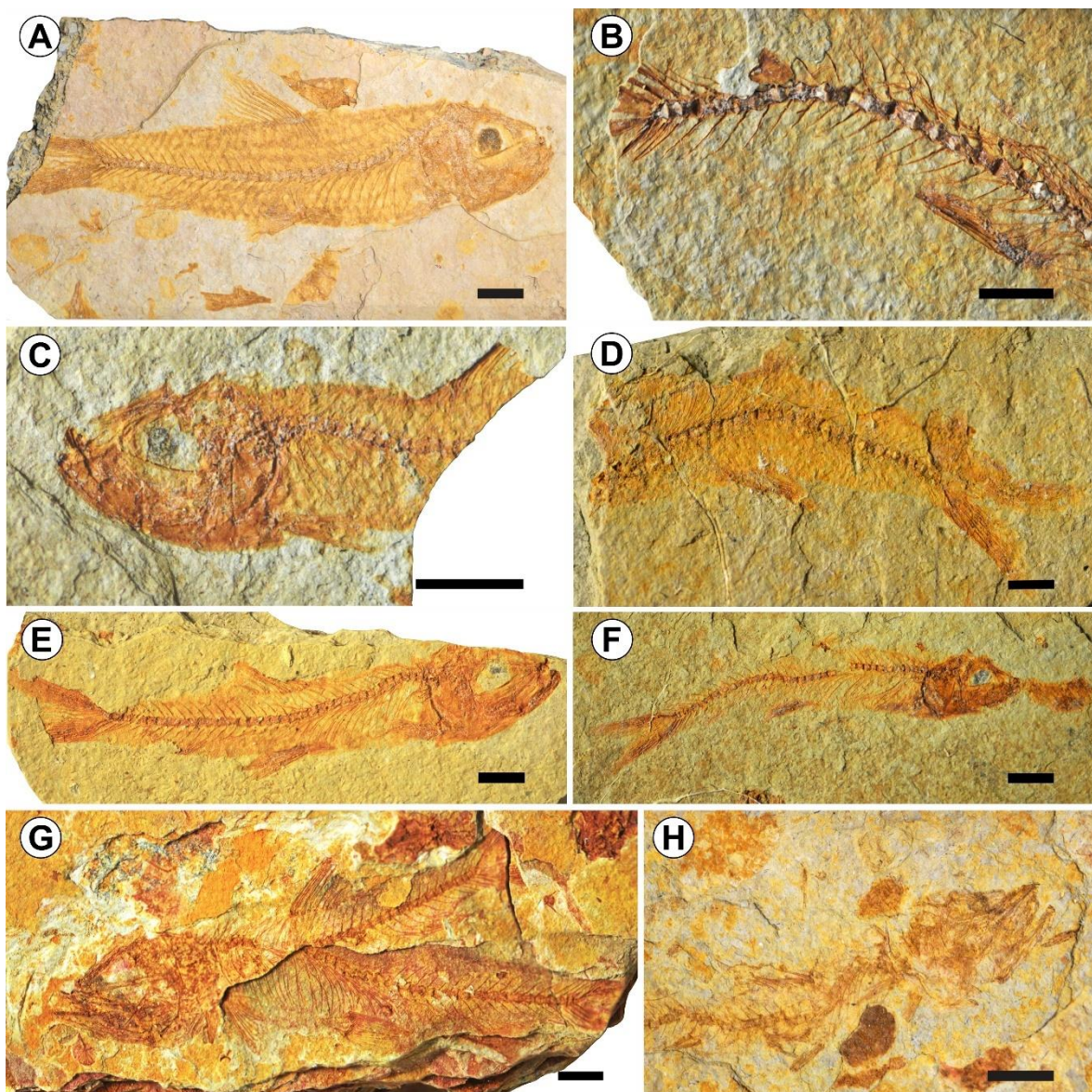
1182

1183

Figure 9. Abundant large fish (Ichthyodectiformes) specimens (L5) in deeply weathered claystone, outcrop 1. A-B. Fish remains including *Clupavus brasiliensis* (D). C-E. Details of the fish specimens in B. Note the contact with L6 immediately above the fossils. Scale bars 10 mm.

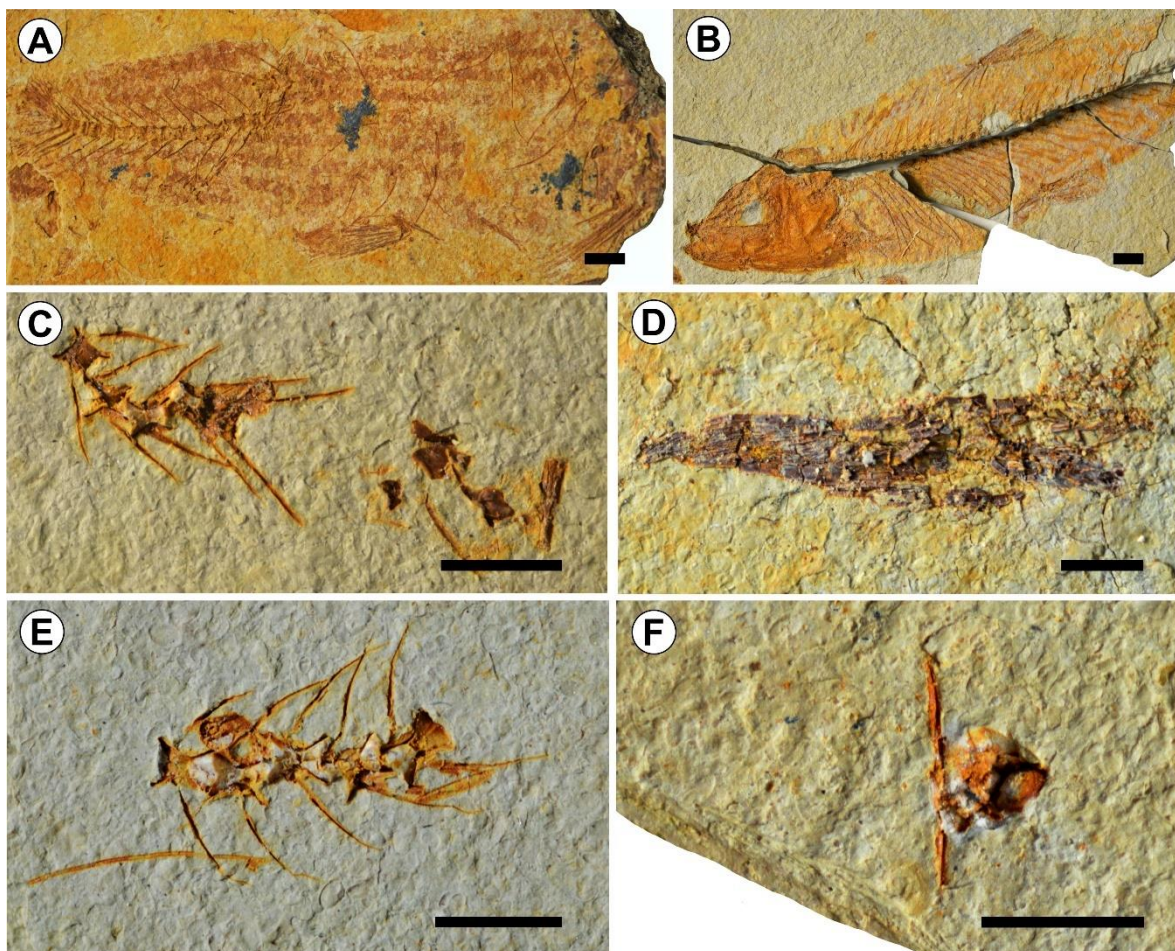


1184
 1185 Figure 10. Taphonomy of caridean shrimps, outcrop 1, Amargosa Bed, Marizal Formation.
 1186 A. Complete, fully articulated, bent specimen, L2, DZP-21403. B. An outstretched,
 1187 partially articulated specimen, L3, DZP-21060B. C. Fully articulated, complete, slightly
 1188 flexed shrimp, L3, DZP-21016A. D. Complete, partially articulate specimen, L3, DZP-
 1189 21035. E. Isolated carapace, L3, DZP-21560B. F. Isolated abdominal segments (black
 1190 arrows), plus isolate carapaces (dotted black arrows) and some comminuted undetermined
 1191 shrimp remains, L3, DZP-21029A. Scale bars: 3 mm.

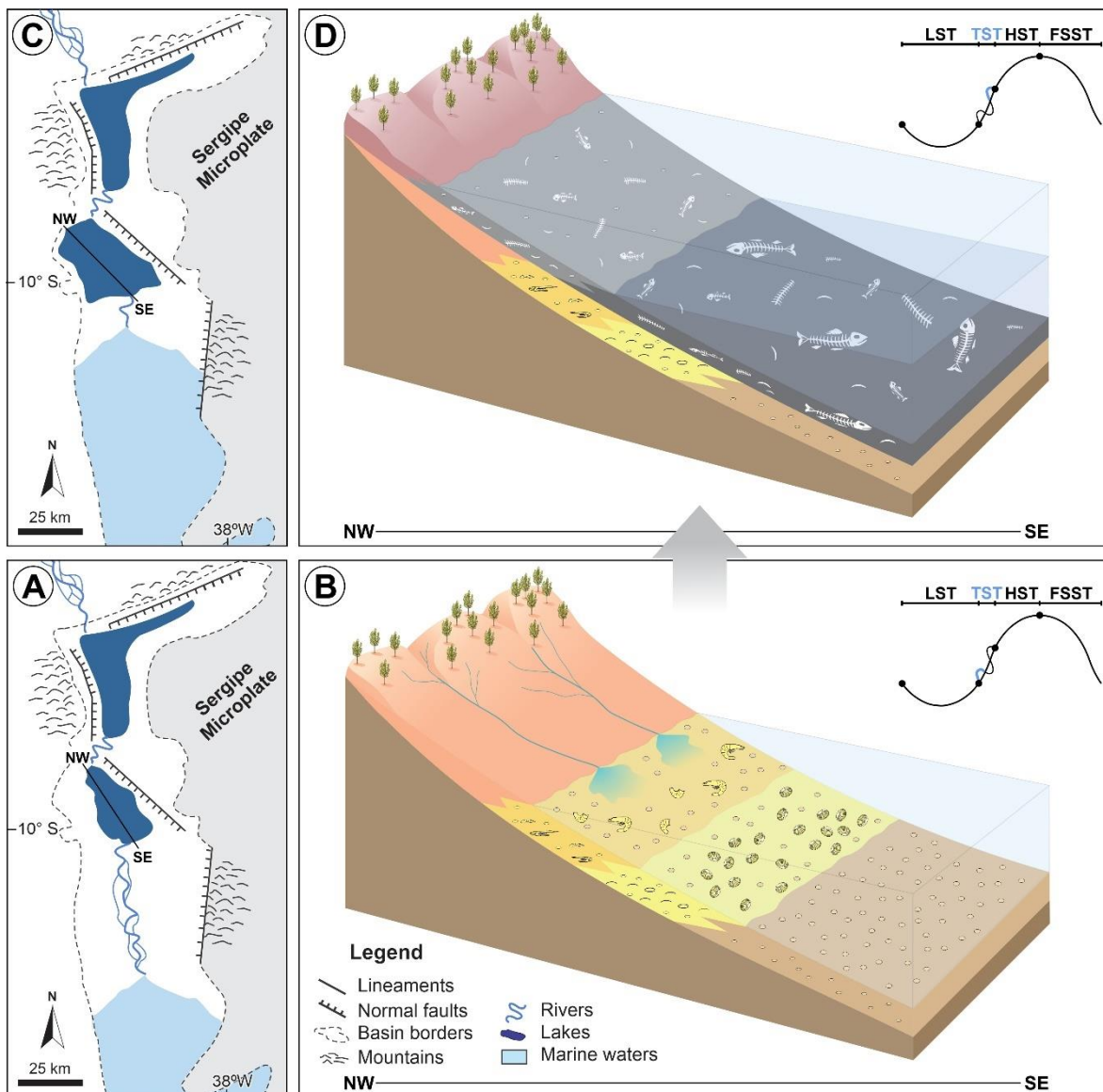


1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203

Figure 11. Fish taphonomy; examples of complete to almost complete individuals from levels 5-6, outcrop 1, Amargosa Bed, Marizal Formation. Some missing anatomical parts (e.g., B-D and G) were lost during the sampling of this extremely weathered, well-laminated fossil-bearing mudrock. Note traces of eyes in A, C, E and F; the closed mouth in specimens A, C and F; the open mouth in the specimens G-H; the curved spinal column in B and D; the slightly dislodged vertebrae in specimen F; the flabellate dorsal fin in specimens A and G. Explanation A. DZP-21809D (*Ogunichthys triangularis*); B. DZP-21086B (cf. *Britoichthys marizalensis*); C. DZP-21096A (*Ogunichthys triangularis*); D. DZP-21097; E. DZP-21100 (*Britoichthys marizalensis*); F. DZP-21087 (*Britoichthys marizalensis*); G. DZP-21411 (*Britoichthys marizalensis*); H. DZP-21924B. Scale bars: 3 mm.



1204
 1205 Figure 12. Fish taphonomy; examples of various degrees of disarticulation observed on fish
 1206 remains, levels 2, 5-6, outcrop 1, Amargosa Bed, Marizal Formation. A. Specimen with
 1207 head missing and dislodged ribs and vertebrae, L5, DZP-21409A; B. Complete, fully
 1208 articulated specimen, L6, *Clupavus brasiliensis* DZP-21094; C, E. Small vertebral column,
 1209 in E segments with still adhering vertebrae, L6, DZP-21106 and DZP-21092, respectively.
 1210 D. Isolated, closed fin, L6, DZP-21110 F. Isolated vertebra, L2, DZP-21032C. Scale bars: 3
 1211 mm.



1212 Figure 13. Paleogeographic maps, showing the local Amargosa lacustrine system (A, C)
 1213 and respective block diagrams illustrating the coarsening-upward cycles (L0-L4; B and L5-
 1214 L6 to the overlying red mudstone bed; D). Explanation: LST., lowstand system tract; TST.,
 1215 transgressive system tract; HST., highstand system tract; FSST., falling stage system tract.
 1216

Fossil site	Lithology	Fossil group	Species	Associated fossil	Preservational state	Interpretation	References
Cícero Dantas (Quatis Farm)	claystone	shrimp, spinicaudatans	<i>Estheria</i>	-----	-----	freshwater (maybe brackish)	Roxo (1940)
Cícero Dantas	siltstone, fine-grained sandstone	Plants	<i>Otoxamites</i> sp., <i>Baiera</i> sp., <i>Sagenopteria</i> sp., <i>Pterophyllum</i> sp.	bivalves (<i>Anodonta</i> , <i>Neitheia</i>)	poorly preserved	fluvial with marine influence toward the S.	Barbosa (1950)
Cícero Dantas (Quatis Farm)	claystone	Shrimps	<i>Atyoida roxoi</i> , <i>Palaemon bahiensis</i>	fish and <i>Estheria</i>	poorly preserved	lacustrine	Beurlen (1950)
-----	-----	Pollens	<i>Cicatricosisporites hallei</i> , <i>Matonisporites dorogensis</i>	-----	-----	-----	Viana et al. (1971)
Cícero Dantas/Euclides da Cunha/Olindina/Inhambupe	shale, siltstone, and limestone	Fish	<i>Ophiopsis grandipectoralis</i> , <i>Amiidarum</i> sp., <i>Vinctifer longirostris</i> , <i>Cladocycclus</i> sp., <i>Dastilbe elongatus</i> , <i>Dastilbe minor</i> , <i>Clupavus brasiliensis</i>	gastropods, spinicaudatans, ostracods, shrimp, plants	complete specimens; impressions	shallow, restricted environment (freshwater or brackish). Associated fossils suggest lacustrine to estuarine settings (restricted connection with the sea)	Silva Santos (1972)
Cícero Dantas (Quatis Farm)	claystone	Shrimps	<i>Pseudocaridinella roxoi</i> , <i>Bechleja bahiensis</i>	-----	-----	-----	Martins-Neto and Mezzalira (1991)
Southeast Tucano Basin	-----	dinocysts	<i>Subtilisphaera</i> sp.	-----	-----	marginal marine	Regali (2001)
Cícero Dantas	siltstone	Fish	<i>Britoichthys marizalensis</i>	plants, shrimps, ostracods, palynomorphs, and fish	almost complete and articulated	lentic environment	Figueiredo (2004)
Euclides da Cunha	-----	Fish	<i>Placidichthys tucanensis</i>	fish (<i>Clupavus brasiliensis</i> , <i>Vinctifer longirostris</i> , <i>Britoichthys marizalensis</i>), gastropods, and shrimps	-----	lagoon, mixohaline with intermittent marine connections	Brito and Alvarado-Ortega (2008)

1219 Table cont.

Cícero Dantas/Euclides da Cunha	siltstone	fish, shrimps, plants	<i>Placidichthys</i> cf. <i>bidorsalis</i> , <i>Vinctifer longirostris</i> , <i>Cladocyclus</i> sp., <i>Clupavus brasiliensis</i> / <i>Atyoida roxo</i> , <i>Palaeomon bahiensis</i> / <i>Otozamites</i> sp., <i>Baiera</i> sp., <i>Sagenopteris</i> sp., <i>Pterophyllum</i> sp.	-----	-----	lacustrine with marine influence	Reis (2005)
Cícero Dantas (Quarry / Quatis Farm)	-----	Fish	<i>Ogunichthys triangularis</i>	crustaceans and fish	-----	Tethyan epicontinental seas	Alvaro-Ortega and Brito (2010)
Cícero Dantas	siltstone	Fish	<i>Nanaichthys longipinnus</i>	-----	negative impressions	marine with tectonically interconnected drainages	Amaral and Brito (2012)
Raso Village (Nova Soure/Sátiro Dias)	sandy heterolithic facies	trace fossils	<i>Planolites</i> isp., <i>Palaeophycus</i> isp., <i>Arenicolites</i> isp., <i>Bifungites</i> isp., <i>Ophiomorpha</i> isp., <i>Treptichnus</i> isp., <i>Torrowangea</i> isp., <i>Lockeia</i> isp.	ostracods	burrows	marine influence	Freitas (2014)
Cícero Dantas (Quatis Farm)	mudstone	Shrimps	<i>Bahiacaris roxoi</i>	<i>Britoichthys marizalensis</i> and ostracods	-----	freshwater	Schweitzer et al. (2019)

1220 Table 1. Fossil content of the Marizal Formation, Tucano Basin, according to literature data.

Strata		Fossils				Others
Formation	Fossil-bearing levels	Yes/No	Invertebrates	Vertebrates	Plants	Barite Discs
Marizal	Gray shale VI	Yes	Yes	Yes	No	No
	Yellow/red claystone V	Yes	No	Yes	No	Yes
	Yellow/red siltstone IV	No	No	No	No	No
	Yellowish mudstone III	Yes	Yes	Yes	No	Yes
	Yellowish claystone II	Yes	Yes	Yes	No	No
	Brown claystone I	Yes	Yes	Yes	No	No
	Gray claystone 0	Yes	Yes	No	Yes	No

1221 Table 2. The studied fossil-bearing levels and their faunal content, Amargosa Bed, Marizal Formation.

Main Taphonomic Attributes - Spinicaudatans													
Data		Fossil Type		Articulation				Fragmentation			Diagenesis		Level
	Number	Shell	Mold	Disarticulated	Articulated	Closed	Splayed	Undetermined	Complete	Fragmented	Compression	Fractures	
Total	161	161	0	134	27	24	3	30	131	0	161	0	III
%	100	100	----	83.23	16.77	88.89	11.11	18.63	81.37	----	100	----	----

1222 Table 3. Main taphonomic, sedimentologic and diagenetic attributes shown by the spinicaudatan remains from level II, outcrop I,
1223 Amargosa Bed, Marizal Formation.

Sedimentologic and Diagenetic Attributes – Shrimps											
Data		Orientation			Mode of Preservation			Packing			Sampling Level
	Number	Lateral	Dorsal	Ventral	Compression	Impression	Adpression	Loose	Dispersed	Dense	III
Total	99	94	5	0	97	1	1	99	0	0	Upper part
%	100	94.95	5.05	0	97.98	1.01	1.01	100	0	0	
Total	33	33	0	0	24	5	4	33	0	0	Lower part
%	100	100	0	0	72.73	15.15	12.12	100	0	0	

1224 Table 4. Main sedimentologic and diagenetic attributes shown by the shrimp remains from level III, outcrop I, Amargosa Bed,
 1225 Marizal Formation.

1226

Preservational State of Shrimps									
	Number	Complete	Incomplete					Level	
			Cephalothorax-Abdomen	Cephalothorax	Abdomen-Fan	Abdomen	Fan	Undetermined	III
Total	99	27	19	5	4	42	0	2	Upper part
%	100	27.27	19.19	5.05	4.04	42.42	0	2.02	
Total	33	15	6	3	0	9	0	0	Lower part
%	100	45.45	18.18	9.09	0	27.27	0	0	

1227 Table 5. Main taphonomic attributes of shrimp body parts sampled from level III, outcrop I, Amargosa Bed, Marizal Formation.

Biostratinomic Attributes – Shrimps											
Data		Fossil Type			Articulation			Posture			Level
	Number	Undetermined	Corpse	Exuvia	Disarticulated	Fully Articulated	Partially Articulated	Outstretched	Flexed	Undetermined	III
Total	99	51	47	1	37	20	42	23	64	12	Upper part
%	100	51.52	47.47	1.01	37.37	20.20	42.42	23.23	64.65	12.12	
Total	33	5	21	7	6	12	15	2	21	10	Lower part
%	100	15.15	63.64	21.21	18.18	36.36	45.45	6.06	63.64	30.30	

1228 Table 6. Main biostratinomic attributes shown by the shrimp remains from level III, outcrop I, Amargosa Bed, Marizal
 1229 Formation.

Sedimentologic Attributes – Fishes															
Data		Orientation				Packing			Sampling Level						
	Number	Undetermined	Lateral	Dorsal	Ventral	Loose	Dispersed	Dense	I	II	III	IV	V	V-VI	VI
Total	75	11	64	0	0	75	0	0	--	--	--	--	X	--	--
%	100	14.64	85.33	0	0	100	0	0							
Total	16	3	13	0	0	16	0	0	--	--	--	--	--	X	--
%	100	18.75	81.25	0	0	100	0	0							
Total	78	23	55	0	0	78	0	0	--	--	--	--	--	--	X
%	100	29.49	70.51	0	0	100	0	0							

1230 Table 7. Main sedimentologic attributes of the fish remains from levels V, V-VI (contact) and VI, respectively, outcrop I,
1231 Amargosa Bed, Marizal Formation.

Biostratinomic Attributes – Fishes											
Data		Articulation			Completeness			Bone condition			Level
	Number	Fully	Partially	Disarticulated	Undetermined	Complete	Incomplete	Abrasion	Fragmentation	Corrasion	
Total	75	49	24	2	33	16	26	0	0	0	V
%	100	65.33	32.00	2.67	44.00	21.33	34.67	0	0	0	
Total	16	10	4	2	9	2	5	0	0	0	V-VI
%	100	62.50	25.00	12.50	56.25	12.50	31.25	0	0	0	
Total	78	43	13	22	21	22	35	0	0	0	VI
%	100	55.13	16.67	28.21	26.92	28.21	44.87	0	0	0	

1232 Table 8. Main biostratinomic attributes of the fish remains from levels V, V-VI (contact) and VI, respectively, outcrop I,
 1233 Amargosa Bed, Marizal Formation.

Preservational State of Fish Specimens

Data		Fin condition			Fin state			Spinal column condition							Mouth condition			Level	
	N.	Undet.	Flabel- late	Closed	Undet.	Integ.	Disinteg.	Undet.	Integ.	Disinteg.	Straight	Slightly bent	Strongly bent	Broken	Sinuuous	Undet.	Open		Closed
T	75	45	18	12	45	26	4	12	39	24	28	8	0	0	15	53	8	14	V
%	100	60.00	24.00	16.00	60.00	34.67	5.33	16.00	52.00	32.00	----	----	----	----	----	70.67	10.67	18.67	
T	16	9	5	2	7	8	1	3	10	3	6	1	0	0	3	11	1	4	V-VI
%	100	56.25	31.25	12.50	43.75	50.00	6.25	18.75	62.50	18.75	----	----	----	----	----	68.75	6.25	25.00	
T	78	42	16	20	40	31	7	16	42	20	20	16	1	1	10	53	9	16	VI
%	100	53.85	20.51	25.64	51.28	39.74	8.97	20.51	53.85	25.64	----	----	----	----	----	67.95	11.54	20.51	

1234 Table 9. Main taphonomic condition of the body parts of the sampled fishes from levels V, V-VI (contact) and VI, respectively,
1235 outcrop I, Amargosa Bed, Marizal Formation. Explanation: N., number; T., total; Undet., undetermined; Integ., integrated;
1236 Disinteg., disintegrated.

Spinicaudata Growth Lines					
Specimen	Sample Code	Length (mm)	Number of growth line	Crowded growth lines	Sampling Level
1	DPZ-21013A	3.9	14	-----	III
2	DPZ-21013A	4.5	13	-----	III
3	DPZ-21013A	3.9	13	-----	III
4	DPZ-21013A	3.7	14	-----	III
5	DPZ-21013A	3.8	13	-----	III
6	DPZ-21013A	3.6	10	-----	III
7	DPZ-21013A	4.5	16	present	III
8	DPZ -21032C	3.2	12	-----	III
9	DPZ -21032C	3.1	13	-----	III
10	DPZ -21032C	3.8	12	-----	III
11	DPZ -21032C	3.5	11	-----	III
12	DPZ -21032C	3.6	16	-----	III
13	DPZ -21032C	3.8	13	-----	III
14	DPZ -21032C	4.0	14	-----	III
15	DPZ -21024A	4.0	16	present	III
16	DPZ -21024A	4.1	17	present	III
17	DPZ -21024A	3.6	16	-----	III
18	DPZ -21024A	3.9	22	present	III
19	DPZ -21024A	4.0	16	present	III
20	DPZ -21024A	4.0	13	-----	III
21	DPZ -21013C	4.4	25	present	III
22	DPZ -21013C	3.9	16	-----	III
23	DPZ -21013C	4.0	17	-----	III
24	DPZ -21013C	3.7	13	-----	III
25	DPZ -21013C	3.7	16	-----	III
26	DPZ -21013C	4.3	21	present	III
27	DPZ -21013C	3.8	13	-----	III
28	DPZ -21013C	4.1	16	-----	III
29	DZP -21019B	4.3	15	-----	III
30	DZP-21025	4.4	16	-----	III

1237 Table 10. Relationship between size of spinicaudatan valves, total number of growth lines, and presence of crowded growth lines
 1238 from sampling level II, outcrop I, Amargosa Bed, Marizal Formation.

Spinicaudata (clam shells) Taphonomy		
Taphonomic Signature	Significance	Author(s)
Closed articulated shell	rapid burial under low energy conditions	Orr et al. (2008)
	shells of shallow burrowers, such as cyzicids, are more susceptible to articulation	Hethke (2014)
	autochthonous organisms that colonized the substrate during temporary stabilization of the environment	Jenisch et al. (2017)
	large inflow of sediment in suspension, brought about by episodic flooding events	Jenisch et al. (2017)
Splayed (open) shells	a rare taphonomic condition in spinicaudatan shells; rapid burial just after partial decay of ligament and muscles with no bottom disturbance or sediment bioturbation	this study
	absence of bottom tractive flows	Jenisch et al. (2017)
Disarticulated shell	exposure to gentle bottom disturbance, residence time at the sediment-water interface	Orr et al. (2008)
	shells of active swimmers, such as limnadiids, are more susceptible to disarticulation	Hethke (2014);
	turbulent transport	Orr et al. (2008)
	partial decay of ligament and muscles, weak currents	Kobayashi and Kusumi (1953)
Shell fragmentation	allochthonous or parautochthonous organisms	Jenisch et al. (2017)
	a biostratinomic signature produced by hydraulic (transport) processes	Astrop et al. (2015)
	physical breakage (i.e., fragmentation) by transport tends to occur along pre-existing lines of weakness, such as growth lines or ornamentation such as ribbing	Brett (1990)
	post-mortem partial dissolution of the valves during their residence time at the sediment-water interface	Jenisch et al. (2017)
Bioerosion	shell breakage by mechanical (physical) processes during their residence time at the taphonomically active zone (TAZ)	Jenisch et al. (2017)
	exposure to scraping, rasping, and drilling processes	Escalona et al. (2019)
	residence time at the sediment-water interface, low sedimentation rates	this study
Carapace Color	taphonomic alteration related to temperature during fossilization (diagenesis)	Tasch (1982)
	experimental data indicate that a transparent color is obtained between 300°C and 400°C, a light-brown crust appears in the carapace at 450°C–600°C, a superficial white color forms from 600°C to 1.100°C, and carapaces acquire a transparent glassy characteristic at 1.200°C	Tasch (1982)
Fractures/wrinkles/folds	a diagenetic taphonomic signatures mainly caused by compression	this study
	loss of the original physical properties of the carapaces (e.g., flexibility), making them more susceptible to postmortem compressional fractures. The process is favored by early diagenetic replacement of the carapace original minerals	Monferran et al. (2018); see also Stigall et al. (2008)
	post-mortem partial dissolution of the valves during its residence time in the taphonomically active zone (TAZ)	Jenisch et al. (2017)
	carapace wrinkles and folds are a result of compression during diagenesis	Zacarias et al. (2019)
	shell margin breakage with fresh fractures is associated to compaction during diagenesis	Zacarias et al. (2019)

1239 Table 11. Taphonomic attributes of spinicaudatan shells and their interpretation, according to the literature.

Shrimp Taphonomy		
Taphonomic Signature	Significance	Author(s)
Fully articulated/complete	short residence time at the sediment-water interface	Allison (1986, 1988); Plotnick (1986)
	no scavengers and bioturbators	Plotnick (1986)
	rapid burial	Plotnick (1986)
	<i>in situ</i> burial	Kidwell et al. (1986)
	deep burial within the sediment (taphonomic active zone, TAZ)	Plotnick (1986)
	presence of many specimens exhibiting complete remains including appendages, within the limits of preservation, suggests death and rapid burial of individuals	Schweitzer et al. (2014)
	large number of (complete) individuals on discrete bedding planes suggests sudden death, toxic event	Schweitzer et al. (2014)
Disarticulated	rapid exposure to scavenger action, physical disturbance, infaunal bioturbation and bacterial decay	Allison (1986); Plotnick (1986)
	extensive residence time at the sediment-water interface and/or exposure to bioturbators or transport	Prado et al. (2019)
	decay gas floatation	Allison (1986)
	decay-induced disarticulation may occur with minimal transport when the carcasses are propelled from the sediment-water interface by decomposition gases	Allison (1986)
Dissociated skeletal units	disassociated isolated units (carapace, sternum, abdomen, and other appendages) or fragments indicate prolonged residence time at the sediment-water interface. Disconnection of the abdomen carapace takes place between the third and fourth week after death	Bishop (1986); Bishop and Williams (2005)
	exposure to turbulent flows	Allison (1986)
Outstretched	expansion of the internal tissues (due to osmotic uptake) leads to ventral flexure of the abdomen and stretching of the arthroal membranes, which may begin to split (particularly in the abdomen)	Briggs and Kear (1994)
Flexed	completely or partially flexed abdomen usually occur in low salinity and low temperature waters. Cramped tails, bent tails and body cramp is commonly associated with mineral imbalance, with abrupt change in water and air temperatures	Venkataramiah et al. 1977 (cited by Overstreet, 1985); Lavilla-Pitogo et al. (2000)
Embedding (orientation)	lateral orientation; shrimp lying on the substrate with either the right or left side parallel to the bedding planes. This is a stable position on the sediment-water interface	Schweitzer et al. (2014)
	dorsal/ventral orientation; presence of large scaphocerites being extended laterally in the substrate to stabilize the individuals in this unstable orientation	Schweitzer et al. (2014)
Encrustation	absence of epibionts suggests that the shrimp were either swimmers or exhibited efficient cleaning mechanisms	Schweitzer et al. (2014)

1240 Table 12. Taphonomic attributes of shrimp remains, and respective interpretations, according to the literature.

Fish Taphonomy		
Taphonomic Signature	Significance	Author(s)
Fully articulated	rapid burial either with sediment or with microbial mats	Fürsich et al. (2007b)
	presence of protective covering (i.e., ganoid, cosmoid scales)	Anderson and Woods (2013)
	oxygen-deprived bottoms	Elder and Smith (1988); Mancuso (2012)
	absence of turbulent flows, waves, and currents	Elder and Smith (1988); Mancuso (2012)
	limited lateral transport prior the final burial	Muscente et al. (2019)
Partially articulated	if skeletal elements are scattered around the carcasses, any decay processes took place on the seafloor prior to final burial	Pan et al. (2019)
Disarticulated	extensive scavenging, flotation decay, or turbulence	Elder and Smith (1988); Barton and Wilson (2005)
Complete	final burial, before advanced decay	Pan et al. (2019)
	absence of fluctuation before the final burial	Elder and Smith (1988); Barton and Wilson (2005); Pan et al. (2015)
Incomplete	extensive fluctuation, decay, scavenging, predation before final burial	this study
Head-less carcasses	active predation	Pan et al. (2019)
	head loss is indicative of initial disarticulation	Anderson and Woods (2013)
Tail-less carcasses	separation of the caudal fin can be achieved by several processes, including predation, spinal column curvature of a bottom anchored (fixed) carcass	Weigelt (1927); Viohl, (1994); Fürsich et al. (2007b); Chellouche et al. (2012); Pan et al. (2019)
Fin-less carcasses	water energy, turbulence, or waves	Elder (1985); Barton and Wilson (2005)
Isolated head	backward bending of fish body coupled with water movement (i.e., the head is stuck to the substrate while the rest of the column is bent)	Weiler (1929); Chellouche et al. (2012)
	active predation	Pan et al. (2019)
Flabellate fin	related to tetany (<i>rigor mortis</i>) due to anoxia; salinity, alkalinity, heat (temperature) shock, and/or poisoning by plant toxins	Schaeffer and Mangus (1976); Elder (1985); Barton and Wilson (2005); Anderson and Woods (2013)
Spinal column straight	no hypersaline waters	Chellouche et al. (2012)
Spinal column slightly bent/strongly bent	spinal flexion (i.e., opisthotonic posture) is caused by numerous processes	this study
	post-mortem contraction probable caused by a lack of oxygen in the respiratory system or toxins that lead to impaired respiratory system or direct damage to the central nervous system	Faux and Padian (2007); Chellouche et al. (2012)
	a tetany feature	Elder (1985)
	resulting from varying decay resistance of soft tissues	Reisdorf and Wuttke (2012)
	in slender fish this might also be caused by overstretching of the ventral side due to the gas accumulating in the abdominal cavity or by the tension of ligaments	Weigelt (1927); Chellouche et al. (2012)
	a post-mortem feature, since the head-less bodies (the leftovers of predation) also show strong concave arching of the backbone	Pan et al. (2019)
	instigated by osmotic dehydration and succeeding contraction of muscle tissues and ligament connecting the neural spines of the fish in hypersaline waters	Seilacher et al. (1985)
bending of the fish spine can occur in normal saline waters	Weiler (1929)	

	breakage occurring before the separation of caudal fins and skulls, especially where the breakage takes place directly at the point of attachment of these elements	Chellouche et al. (2012)
Spinal column broken	current hitting an already bent carcass, leading to spinal column breakage and subsequent alignment of the two pieces of the body	Chellouche et al. (2012).
	decay gases in the body cavities were not sufficient for carcasses to float, which would fit well with a depositional environment not shallower than 10 m.	Elder (1985)
	decay gas pressure high enough to cause post-mortem displacements of the vertebral column	Pan et al. (2019)
Mouth open	related to tetany due to water oxygenation (anoxia/hypoxia), salinity or alkalinity, and heat shock, where muscular contractions cause mouth to open wide	Elder (1985); Barton and Wilson (2005)
Laterally oriented	absence of considerable amounts of gases produced during decay, no re-orientation of fish carcasses due to buoyancy. When gravity is greater than buoyancy, fish bodies should occupy a lateral position. Increasing buoyancy will turn the fish bodies belly-upward	Pan et al. (2015)
Dorsally/ventrally oriented	buoyancy due to considerable amounts of gases produced by bacteria expanding the abdominal cavity and causing re-orientation of the fish with their bellies directed upwards	Pan et al. (2015)

1242 Table 13. Fish taphonomic attributes and respective interpretations, according to the literature.