



Thiago Somolinos Soldani

**OSTRACODES DA FORMAÇÃO CODÓ NO POÇO 1-UN-32-PI,
ANDAR ALAGOAS DA BACIA DO PARNAÍBA, NE DO BRASIL:
TAXONOMIA, BIOESTRATIGRAFIA E INTERPRETAÇÕES
PALEOAMBIENTAIS**

**Trabalho de Conclusão de Curso
(Geologia)**

UFRJ
Rio de Janeiro
2022



Thiago Somolinos Soldani

**OSTRACODES DA FORMAÇÃO CODÓ NO POÇO 1-UN-32-PI, ANDAR
ALAGOAS DA BACIA DO PARNAÍBA, NE DO BRASIL: TAXONOMIA,
BIOESTRATIGRAFIA E INTERPRETAÇÕES PALEOAMBIENTAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de Geologia
do Instituto de Geociências, Universidade
Federal do Rio de Janeiro - UFRJ,
apresentado como requisito necessário para
obtenção do grau de Geólogo.

Orientadores:

Prof. Dr. Aristóteles de Moraes Rios-Netto

Dra. Cecília de Lima Barros

Rio de Janeiro
Abril de 2022

THIAGO, Somolinos Soldani

Ostracodes da Formação Codó no poço 1-UN-32-PI, Andar Alagoas da Bacia do Parnaíba, NE do Brasil: taxonomia, bioestratigrafia e interpretações paleoambientais / Thiago Somolinos Soldani - - Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2022.

xi, 90 p. : il.; 30cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2022.

Orientadores: Aristóteles de Moraes Rios-Netto, Cecília de Lima Barros

1. Geologia. 2. Paleontologia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. Aristóteles, de Moraes Rios-Netto. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia. III. Ostracodes da Formação Codó no poço 1-UN-32-PI, Andar Alagoas da Bacia do Parnaíba, NE do Brasil: taxonomia, bioestratigrafia e interpretações paleoambientais.

Thiago Somolinos Soldani

OSTRACODES DA FORMAÇÃO CODÓ NO POÇO 1-UN-32-PI, ANDAR ALAGOAS
DA BACIA DO PARNAÍBA, NE DO BRASIL: TAXONOMIA, BIOESTRATIGRAFIA E
INTERPRETAÇÕES PALEOAMBIENTAIS

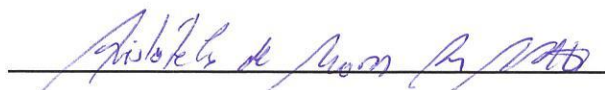
Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação em Geologia do Instituto de
Geociências, Universidade Federal do Rio
de Janeiro – UFRJ, apresentado como
requisito necessário para obtenção do grau
de Geólogo.

Orientadores:

Aristóteles de Moraes Rios-Netto, D.Sc. (Depto.
Geologia, IGEO/UFRJ)
Cecília de Lima Barros, D.Sc. (MicrA,
IGEO/UFRJ)

Aprovada em: 28/10/2022

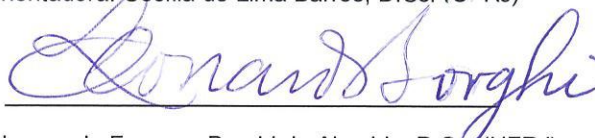
Por:



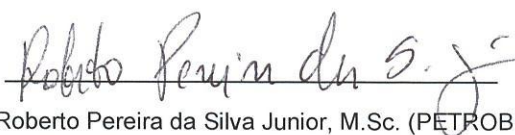
Orientador: Prof. Aristóteles de Moraes Rios-Netto, D.Sc. (UFRJ)



Orientadora: Cecília de Lima Barros, D.Sc. (UFRJ)



Prof. Leonardo Fonseca Borghi de Almeida, D.Sc. (UFRJ)



Geól. Roberto Pereira da Silva Junior, M.Sc. (PETROBRAS)

UFRJ
Rio de Janeiro
2022

Dedico esse trabalho à memória de meu avô José Somolinos Herrero, homem que moldou meu amor pelas Ciências e pelo Eterno.

Dedico também à minha noiva, Rebeca, mulher da minha vida, minha maior apoiadora, meu dengo, meu oxigênio, estrela principal de todos os meus sonhos.

Agradecimentos

Ao Eterno, pois dEle procedem a sabedoria, o conhecimento e o discernimento; ao meu melhor Amigo e provedor de tudo o que é verdadeiramente imprescindível.

À toda minha família, na pessoa dos meus pais, Anna Ligia e Haroldo Sérgio, que tanto batalharam para que a instrução e a educação fossem uma realidade e prioridade na minha formação como ser humano.

A todos aqueles que em inúmeros momentos providenciaram auxílio nos momentos de dificuldade e tornaram possível minha permanência no Rio de Janeiro ao longo de todo o curso.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro, na pessoa de todos os professores, técnicos e servidores, pela oportunidade de acesso ao ensino e pesquisa de qualidade, permitindo que eu pudesse aprender e manejar ao longo da graduação as ferramentas do conhecimento científico.

À minha orientadora, Dra. Cecília de Lima Barros, pela atenção, solicitude, paciência e carinho que desde sempre marcaram nossa trajetória juntos até a finalização desse trabalho.

Ao meu professor e orientador, Prof. Dr. Aristóteles de Moraes Rios-Netto, por todas as vezes que, mesmo em meio a tantas atribuições e responsabilidades, pudemos ter momentos de diálogo relevantes para o trabalho em si e para a vida.

À Shell Brasil e Fundação Coppetec pelo financiamento desse trabalho, possibilitando o pleno desenvolvimento de todas as etapas do mesmo. Estendo também uma menção a todos os colegas participantes do Projeto ALAGOAS, peças-chave na integração e discussão dos resultados obtidos.

A todos os colegas do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA), pela amizade construída ao longo desses anos de convívio diário. Agradeço especialmente ao meu amigo e irmão Caio de Almeida, companheiro desde o início da graduação e parte integrante do time de ostracodes, a Lucas Lage e a Niraldo Lima.

À Roberto Silva Jr., por todos os conselhos que contribuíram grandemente na construção e refinamento do meu pensamento geológico.

Resumo

SOLDANI, Thiago Somolinos Soldani. **Ostracodes da Formação Codó no poço 1-UN-32-PI, Andar Alagoas da Bacia do Parnaíba, NE do Brasil: taxonomia, bioestratigrafia e interpretações paleoambientais**. 2022. xi, 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A Formação Codó (Bacia do Parnaíba), composta por folhelhos, calcários, siltitos, gipsita/anidrita e arenitos, é um dos alvos de estudo de um projeto multidisciplinar com foco no Andar Alagoas nas bacias do Parnaíba e Araripe (Projeto ALAGOAS, ANP/Shell Brasil/UFRJ). O objetivo do presente trabalho é identificar taxonomicamente os ostracodes recuperados no intervalo correspondente à Fm. Codó no poço 1-UN-32-PI, posicionar essa seção bioestratigraficamente e contribuir com as interpretações paleoambientais dessa formação. Para isso, foram analisadas 50 amostras, coletadas entre as profundidades de 86,00 metros e 155,00 metros do testemunho. Os espécimes recuperados foram identificados com base em literatura especializada, sendo reconhecidas as seguintes espécies de ostracodes não-marinhos: *Harbinia alta*, *Harbinia angulata*, *Harbinia crepata*, *Harbinia micropapillosa*, *Harbinia salitrensis*, *Harbinia sinuata*, *Harbinia symmetrica*, *Damonella grandiensis* e *Paracypria? elongata*. A Biozona *Harbinia* spp. 201-218 foi reconhecida, confirmando-se uma Idade Alagoas. Com base na análise da abundância, riqueza e diversidade da assembleia de ostracodes, estado de preservação dos ostracodes e presença de outros grupos fósseis (gastrópodes, foraminíferos, etc.), foram caracterizados cinco intervalos paleoambientais ao longo da seção. Esses intervalos sugerem uma influência marinha que persiste durante praticamente todo o tempo de deposição da Formação Codó. Infere-se um ambiente lacustre hipersalino restrito para a porção inferior, com ingressões marinhas ocorrendo antes das camadas evaporíticas, e posteriormente, acima das camadas de sal, a ocorrência de um ambiente fortemente influenciado por conexões marinhas, diretas ou indiretas. Os resultados obtidos corroboram com modelos anteriores e providenciam novos *insights* sobre a evolução paleoambiental da Formação Codó.

Palavras-chave: Ostracodes; Andar Alagoas; Formação Codó.

Abstract

SOLDANI, Thiago Somolinos Soldani. **Ostracods from Codó Formation at well 1-UN-32-PI, Alagoas Stage of Parnaíba Basin, NE Brazil: taxonomy, biostratigraphy and paleoenvironmental interpretations.** 2022. xi, 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The Codó Formation (Parnaíba Basin), composed of shales, limestones, siltstones, gypsum/anhydrite and sandstones, is one of the study targets of a multidisciplinary project focused on the Alagoas Stage in the Parnaíba and Araripe basins (ALAGOAS Project, ANP/Shell Brasil/UFRJ). The objective of the present work is to taxonomically identify the ostracods recovered in the interval corresponding to Codó Fm. in well 1-UN-32-PI, position this section biostratigraphically and contribute to the paleoenvironmental interpretations of this formation. For this, 50 samples were analyzed, collected between the depths of 86.00 meters and 155.00 meters of the core. The recovered specimens were identified based on specialized literature, and the following species of non-marine ostracods were recognized: *Harbinia alta*, *Harbinia angulata*, *Harbinia crepata*, *Harbinia micropapillosa*, *Harbinia salitrensis*, *Harbinia sinuata*, *Harbinia symmetrica*, *Damonella grandiensis* and *Paracypria? elongata*. Biozone *Harbinia* spp. 201-218 was recognized, confirming an Alagoas Age. Based on the analysis of the abundance, richness and diversity of the ostracod assemblage, the state of preservation of ostracods and the presence of other fossil groups (gastropods, foraminifera, etc.), five paleoenvironmental intervals were characterized along the section. These intervals suggest a marine influence that persists during practically the entire time of deposition of the Codó Formation. A restricted hypersaline lacustrine environment is inferred to the lower portion, with marine ingressions occurring before the evaporitic layers, and later, above the salt layers, the occurrence of an environment strongly influenced by marine connections, whether direct or indirect. The results obtained corroborate previous models and provide new insights into the paleoenvironmental evolution of the Codó Formation.

Key-Words: Ostracods; Alagoas Stage; Codó Formation

Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia do Parnaíba, mostrando as principais feições tectônicas. Modificado de Tozer <i>et al.</i> (2017), D'Souza (2020) e Cruz (2021), com o mapa base ESRI Ocean.....	4
Figura 2 – Mapa geológico da Bacia do Parnaíba, mostrando as supersequências sedimentares conforme agrupamento de Góes & Feijó (1994) e nomenclatura de Vaz <i>et al.</i> (2007). Modificado de CPRM (2021)	8
Figura 3 - Diagrama estratigráfico da Bacia do Parnaíba, segundo Góes & Feijó (1994), modificado de Cruz (2021)	9
Figura 4 - Afloramentos da Sequência Cretácea da Bacia do Parnaíba, com destaque para a Formação Codó. Modificado de CPRM (2021).	10
Figura 5 - Modelo da dinâmica sedimentar do "Golfo Codó" (Bastos <i>et al.</i> , 2014)....	14
Figura 6 – Regiões e dimensões da carapaça dos ostracodes, de acordo com Kesling (1951), retirado de Antonietto (2010).	19
Figura 7 - Relação entre os Intervalos de salinidade e a diversidade das espécies. (Do Carmo <i>et al.</i> , 2018).....	22
Figura 8 – Perfil litológico da seção estudada do poço 1-UN-32-PI, indicando as amostras analisadas	24
Figura 9 - Etapas de preparação das amostras para recuperação de ostracodes. A: amostra desagregada mecanicamente para otimizar a superfície de contato com o reagente. B: peróxido de hidrogênio 30%, que reage com a matéria orgânica da rocha. C: processo de reação na capela. D: peneiras de 0,250, 0,125 e 0,063 milímetros, utilizadas na lavagem das amostras após a reação.....	26
Figura 10 - Tabela de distribuição estratigráfica do poço 1-UN-32-PI, mostrando a ocorrência dos táxons identificados e os intervalos paleoambientais determinados.	47
Figura 11 - Correlação dos intervalos paleoambientais com a análise faciológica de Mendes (2007).	54

Lista de Quadros

Quadro 1 - Sucessões de fácies interpretadas para a Formação Codó (Mendes, 2007)	13
Quadro 2 - Algumas espécies de ostracodes não-marinhas encontradas no Andar Alagoas e sua paleoecologia.....	22
Quadro 3 - Intervalos paleoambientais interpretados para a Fm. Codó no poço 1-UN- 32-PI.....	62

Lista de Anexos

Estampa 1	82
Estampa 2	84
Estampa 3	86
Estampa 4	88

SUMÁRIO

Agradecimentos	v
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Quadros	ix
Lista de Anexos.....	ix
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Apresentação	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 <i>Objetivo geral</i>	2
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2 CONTEXTO GEOLÓGICO	3
2.1 Bacia do Parnaíba	3
2.1.1 <i>Generalidades</i>	3
2.1.2 <i>Síntese estratigráfica</i>	5
2.1.3 <i>Formação Codó</i>	10
2.2 Andar Alagoas.....	16
3 OSTRACODES	18
3.1 Generalidades	18
3.2 Sistemática	19
3.3 Bioestratigrafia.....	20
3.4 Paleoecologia.....	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Material	23
4.2 Métodos	25
5 RESULTADOS.....	27
5.1 Taxonomia e sistemática.....	27
5.2 Bioestratigrafia.....	46
5.3 Interpretação paleoambiental	48
6 DISCUSSÕES.....	50
6.1 Bioestratigrafia.....	50
6.2 Interpretação paleoambiental	51
6.2.1 <i>Intervalo I1</i>	52

6.2.2 Intervalo I2	55
6.2.3 Intervalo não-amostrado	56
6.2.4 Intervalo I3	56
6.2.5 Intervalo I4	57
6.2.6 Intervalo I5	59
6.3 Modelo paleoambiental da Formação Codó	61
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
8 REFERÊNCIAS.....	65
9 ANEXOS	82
Estampa 1	82
Estampa 2	84
Estampa 3	86
Estampa 4	88

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

A descoberta de grandes acumulações de óleo no intervalo pré-sal das bacias da margem continental Leste brasileira, anunciada no ano de 2007, representou um marco na exploração de hidrocarbonetos no Brasil, estabelecendo uma nova fronteira exploratória (Barbassa, 2007).

Atualmente, cerca de 70% de toda produção total brasileira de petróleo e 66% da produção de gás natural é proveniente desses campos. Essa predominância se intensificará nos próximos anos, com um aumento contínuo, devido a priorização de produção e exploração dessas reservas (Brasil, 2022). Outras projeções para a década 2022-2031 apontam uma produção acumulada de 8,2 bilhões de barris de óleo equivalente (boe) e as receitas estimadas provenientes dessa exploração ultrapassam a casa dos US\$ 200 bilhões (Nitahara, 2021).

Dentro desse contexto, foi a integração entre técnicas/equipamentos avançados e a grande base de dados geológicos da região que viabilizou a elaboração de modelos deposicionais “criativos e altamente funcionais”, os quais sustentaram a bem-sucedida aposta de perfuração de poços que ultrapassassem a espessa camada evaporítica (Reis *et al.*, 2019).

Assim, torna-se evidente que o conhecimento acerca dos estágios e processos envolvidos na evolução tectonossedimentar da separação entre o continente sul-americano e africano é fundamental para que a província petrolífera do Pré-sal seja mapeada e caracterizada, a fim de garantir a viabilidade econômica e operacional dos empreendimentos ali instalados.

Como parte desse cenário, o presente estudo, desenvolvido na forma de um trabalho de conclusão do curso de graduação em Geologia da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), está inserido em um amplo projeto multidisciplinar desenvolvido por grupos de trabalho do Departamento de Geologia da UFRJ em parceria com a ANP e com financiamento da empresa Shell Brasil Petróleo. O denominado “Projeto ALAGOAS” (Fundação COPPETEC IGEO/20758) tem como principal objetivo a caracterização da evolução tectonoestratigráfica do Andar Alagoas

(unidade cronoestratigráfica local, correspondente a Idade Aptiana, Cretáceo Inferior), utilizando como fonte de estudo os depósitos sedimentares ocorridos nessa faixa de tempo nas bacias do Parnaíba (Formações Codó e Itapecuru) e Araripe (Formações Rio da Batateira e Santana).

O estudo dos sedimentos do Andar Alagoas nessas bacias interiores do Nordeste brasileiro justifica-se por representarem unidades cronocorrelatas com os intervalos Pré-sal e Sal das bacias da margem continental Leste do Brasil, localizadas em regiões de acesso facilitado quando comparadas com os sedimentos sepultados abaixo de milhares de metros de lâmina d'água, além das espessas camadas sedimentares sobrepostas, como a antes intransponível sequência evaporítica.

O presente trabalho tem seu foco no estudo da Formação Codó (Bacia do Parnaíba) e faz uso de uma consagrada ferramenta de estudo geológico: os microfósseis calcários; mais especificamente, os ostracodes (Bergue, 2006).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é estudar a seção correspondente à Formação Codó do poço 1-UN-32-PI, Andar Alagoas da Bacia do Parnaíba, com base nos ostracodes recuperados.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar taxonomicamente os espécimes de ostracodes recuperados.
- Zonear bioestratigraficamente a seção estudada, com base nos táxons identificados, visando uma datação cronoestratigráfica.
- Contribuir com a interpretação paleoambiental da Formação Codó.

2 CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1 Bacia do Parnaíba

2.1.1 Generalidades

A Bacia do Parnaíba (Figura 1) é uma bacia sedimentar brasileira localizada na porção nordeste do continente sul-Americano, onde estende-se por uma área de cerca de 600.000 km² e abrange principalmente os estados brasileiros do Piauí e Maranhão e faixas menores dos estados do Ceará, Tocantins, Bahia e Pará (Góes & Feijó, 1994; Marques, 2011).

A bacia possui um formato elíptico arredondado, com maior diâmetro orientado no sentido NE-SW. Os principais limites são a Falha Araguaína a oeste, os altos estruturais Tocantins/Capim e Ferrer Urbano-Santos a noroeste e norte, a Bacia Sanfranciscana ao sul e os sedimentos paleozoicos que sobrepõe as rochas da Província Borborema, a leste (Figura 1) (Mesner & Wooldridge, 1964b; Rezende & Pamplona, 1970; Caputo & Lima, 1984; Góes, 1995; Campos & Dardenne, 1997; Daly *et al.*, 2014; Cruz, 2021).

A nomenclatura “Bacia do Parnaíba” foi utilizada pela primeira vez pelo geólogo Orville Derby, devido ao rio homônimo que divide os estados do Maranhão e Piauí, nos quais podem ser encontrados a maior parte dos sedimentos da bacia (Derby, 1884).

Estudos posteriores adotaram diferentes nomenclaturas, como Bacia do Maranhão, Bacia do Piauí-Maranhão, Bacia do Meio-Norte, entre outros (Mesner & Wooldridge, 1964a,b; Góes & Coimbra, 1996), porém a denominação que permanece como a mais adequada é “Bacia do Parnaíba” (Coimbra, 2011).

De acordo com a classificação de bacias sedimentares de Klemme (1980) aplicada às bacias sedimentares brasileiras (Asmus & Porto, 1972; Szatmari & Porto, 1982 apud Figueiredo & Gabaglia, 1986), a Bacia do Parnaíba é uma bacia do tipo I (interior cratônico) ou intracratônica de interior remoto – amplos arcos regionais. Daly *et al.* (2014) se referem à bacia como uma bacia intracratônica sag.

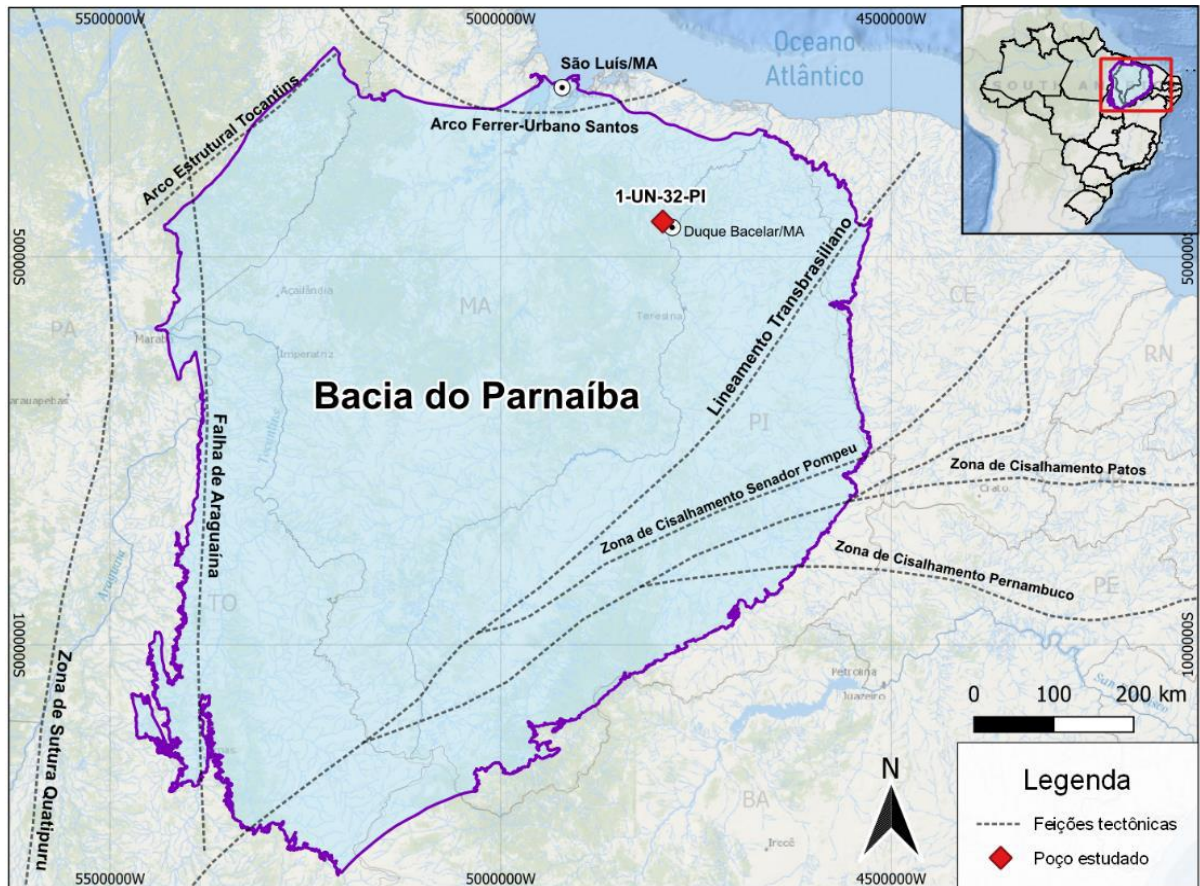


Figura 1 - Mapa de localização da Bacia do Parnaíba, mostrando as principais feições tectônicas. Modificado de Tozer *et al.* (2017), D'Souza (2020) e Cruz (2021), com o mapa base ESRI Ocean.

A sucessão sedimentar da bacia atinge cerca de 3.500 metros em seu depocentro e apresenta um caráter predominantemente siliciclástico, com ocorrência de calcários, sílex e anidrita, além de eventos magmáticos de basalto e diabásio. Esses sedimentos foram depositados desde o Siluriano até o Cretáceo (Vaz *et al.*, 2007; Santos & Carvalho, 2009).

Existem, na literatura, propostas de subdivisão da Bacia do Parnaíba em sub-bacias menores, com base na compartimentação genética do preenchimento sedimentar (Góes, 1995; Góes & Coimbra, 1996; Góes & Rossetti, 2001).

Góes (1995) e Góes & Coimbra (1996) delimitaram as seguintes sub-bacias: Parnaíba (Siluriano-Triássico), Alpercatas (Jurássico-Eocretáceo), Grajaú (Cretáceo) e Espigão-Mestre (Cretáceo). Góes & Rossetti (2001) propuseram uma continuidade entre o preenchimento sedimentar da sub-bacia do Grajaú (unidades cretáceas

aflorantes na porção norte-noroeste da bacia) e da Bacia de São Luís, dando origem a nomenclatura “Bacia de São Luís-Grajaú”.

Enquanto alguns autores adotaram essas subdivisões em seus trabalhos (Rossetti, Góes, *et al.*, 2001; Santos & Carvalho, 2009), outros continuaram a considerar todo o registro Siluriano-Cretáceo como parte integrante da Bacia do Parnaíba propriamente dita (Vaz *et al.*, 2007; Mendes, 2007; Bastos *et al.*, 2014; Cruz, 2021; Barros *et al.*, 2022).

O presente estudo, com base em descrições estratigráficas recentes e amplamente utilizadas, adota o nome “Bacia do Parnaíba” referindo-se à sequência sedimentar completa, incluindo as unidades do Cretáceo (Figura 2).

2.1.2 Síntese estratigráfica

O embasamento da Bacia do Parnaíba é constituído por rochas metamórficas, ígneas e sedimentares e teria se estabilizado no contexto da orogenia Brasiliana, representando duas províncias tectônicas distintas: Tocantins, a oeste, e Borborema, a leste. As duas unidades principais que representam esse embasamento são a Formação Riachão e o Grupo Jaibaras (Vaz *et al.*, 2007; Tozer *et al.*, 2017; Menzies *et al.*, 2018).

A coluna estratigráfica da Bacia do Parnaíba, de acordo com Góes & Feijó (1994), pode ser agrupada em cinco grupos: “Grupo Serra Grande”, “Grupo Canindé”, “Grupo Balsas”, “Grupo Mearim” e “formações Grajaú, Codó, Itapecuru, Urucuaia e Areado”. Este mesmo trabalho propõe a equivalência entre os grupos supracitados com as seguintes sequências deposicionais de segunda ordem, definidas com base nos conceitos apresentados pelo trabalho de Sloss (1963): Sequência Siluriana (Grupo Serra Grande), Sequência Devoniana (Grupo Canindé), Sequência Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas), Sequência Jurássica (Grupo Mearim) e Sequência Cretácea (formações Grajaú, Codó e Itapecuru), todas elas delimitadas por discordâncias regionais (Figura 3).

Vaz *et al.* (2007) também identificam essas cinco supersequências, nomeando-as como sequência Siluriana, Sequência Mesodevoniana-Eocarbonífera, Sequência Neocarbonífera-Eotriássica, Sequência Jurássica e Sequência Cretácea (Figura 2).

A principal diferença entre as propostas de Góes & Feijó (1994) e Vaz *et al.* (2007) reside no posicionamento estratigráfico da Formação Corda, o qual ainda é alvo de discussão na literatura. Enquanto o primeiro trabalho posiciona a Formação Corda como parte da Sequência Jurássica (Grupo Mearim), o segundo propõe uma relação de contemporaneidade entre tais depósitos e os depósitos da Sequência Cretácea (formações Grajaú, Codó e Itapecuru).

No presente trabalho, optou-se por seguir o agrupamento estratigráfico definido por Góes & Feijó (1994) e as nomenclaturas mais precisas das sequências de Vaz *et al.* (2007), da forma resumida a seguir (Figura 3).

A Sequência Siluriana, correspondente ao Grupo Serra Grande, é composta pelas Formações Ipu, Tianguá e Jaicós, exibindo um ciclo transgressivo-regressivo completo (Góes & Feijó, 1994; Vaz *et al.*, 2007).

A Sequência Mesodevoniana-Eocarbonífera, correspondente ao Grupo Canindé, é composta pelas formações Itaim, Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti, cujos afloramentos podem ser encontrados nas regiões leste e sudoeste da bacia. Essa sequência exibe um novo ciclo transgressivo-regressivo (Góes & Feijó, 1994; Vaz *et al.*, 2007).

A Sequência Neocarbonífera-Eotriássica, correspondente ao Grupo Balsas, é composta pelas Formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba. Os principais afloramentos ocorrem nas regiões centro-sul e parte das regiões oeste e leste-nordeste da bacia (Góes & Feijó, 1994; Vaz *et al.*, 2007).

A Sequência Jurássica, correspondente ao Grupo Mearim, é constituída pelas Formações Pastos Bons e Corda (Góes & Feijó, 1994).

A Sequência Cretácea é composta pelas formações Grajaú, Codó e Itapecuru. Durante esse período, houve o deslocamento dos depocentros da região central para os extremos norte e noroeste da bacia, refletindo o novo contexto de abertura do Oceano Atlântico, que deu origem a um novo ciclo de sedimentação (Góes & Feijó, 1994). Os afloramentos dessa sequência ocorrem na porção N-NE da bacia, sobrepostos de forma discordante sobre as rochas mais antigas (Figura 4). A Formação Grajaú é composta por arenitos esbranquiçados depositados em ambiente litorâneo e ocorre de forma interdigitada com os depósitos da Formação Codó, que

consistem em folhelhos betuminosos, calcários e anidritas. A Formação Codó, como alvo de estudo principal do presente trabalho, será detalhadamente abordada em seção subsequente. A Formação Itapecuru é composta por arenitos e argilitos depositados em um sistema flúvio-lacustre, em clima semiárido, e recobre discordantemente as formações Grajaú e Codó.

Além das supersequências sedimentares descritas acima, são registrados na Bacia do Parnaíba dois eventos magmáticos, representados pelas Formações Mosquito e Sardinha, ambos no Mesozoico (Góes & Feijó, 1994; Vaz *et al.*, 2007; D'Souza, 2020; Cruz, 2021).

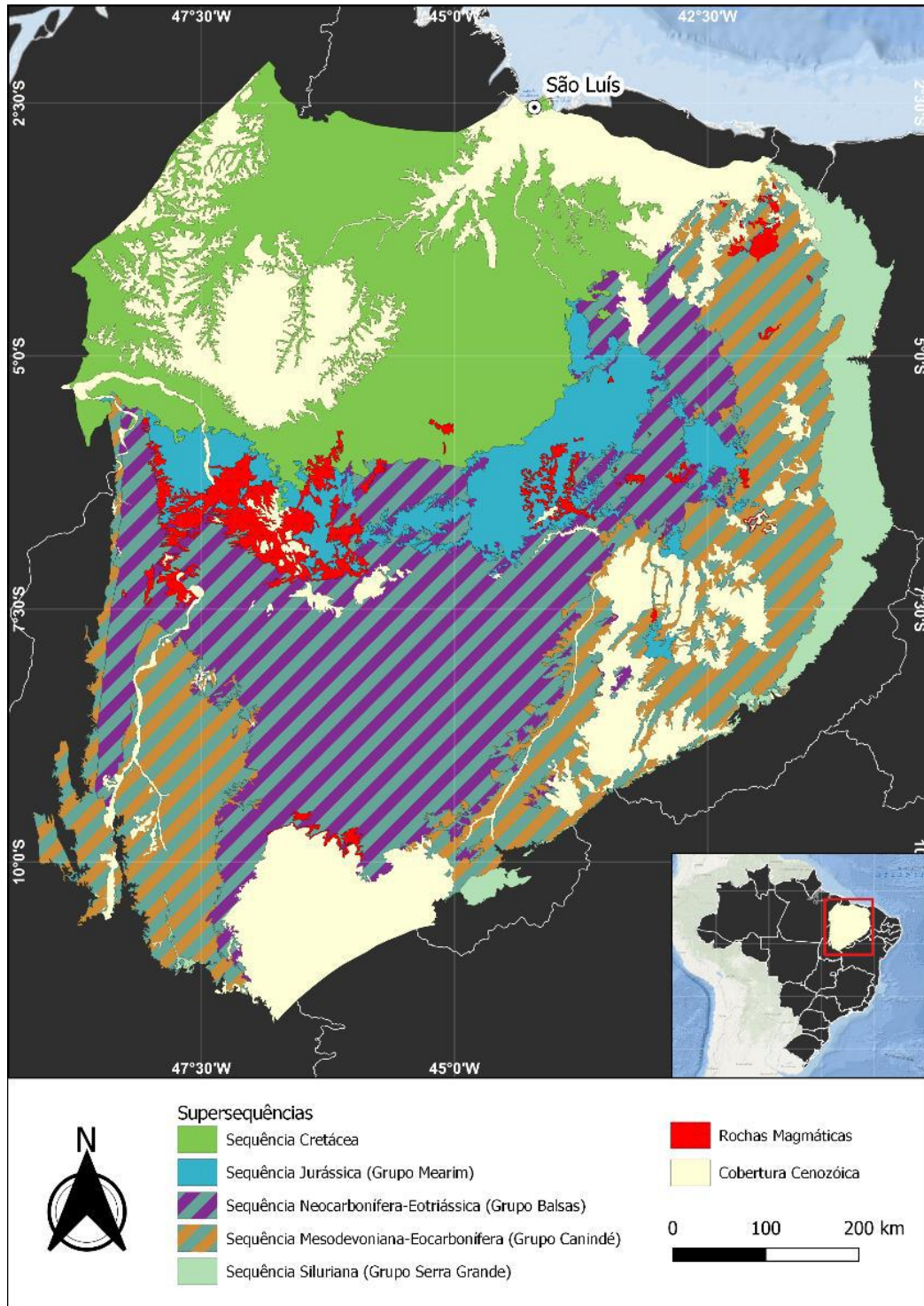


Figura 2 – Mapa geológico da Bacia do Parnaíba, mostrando as superseqüências sedimentares conforme agrupamento de Góes & Feijó (1994) e nomenclatura de Vaz *et al.* (2007). Modificado de CPRM (2021)

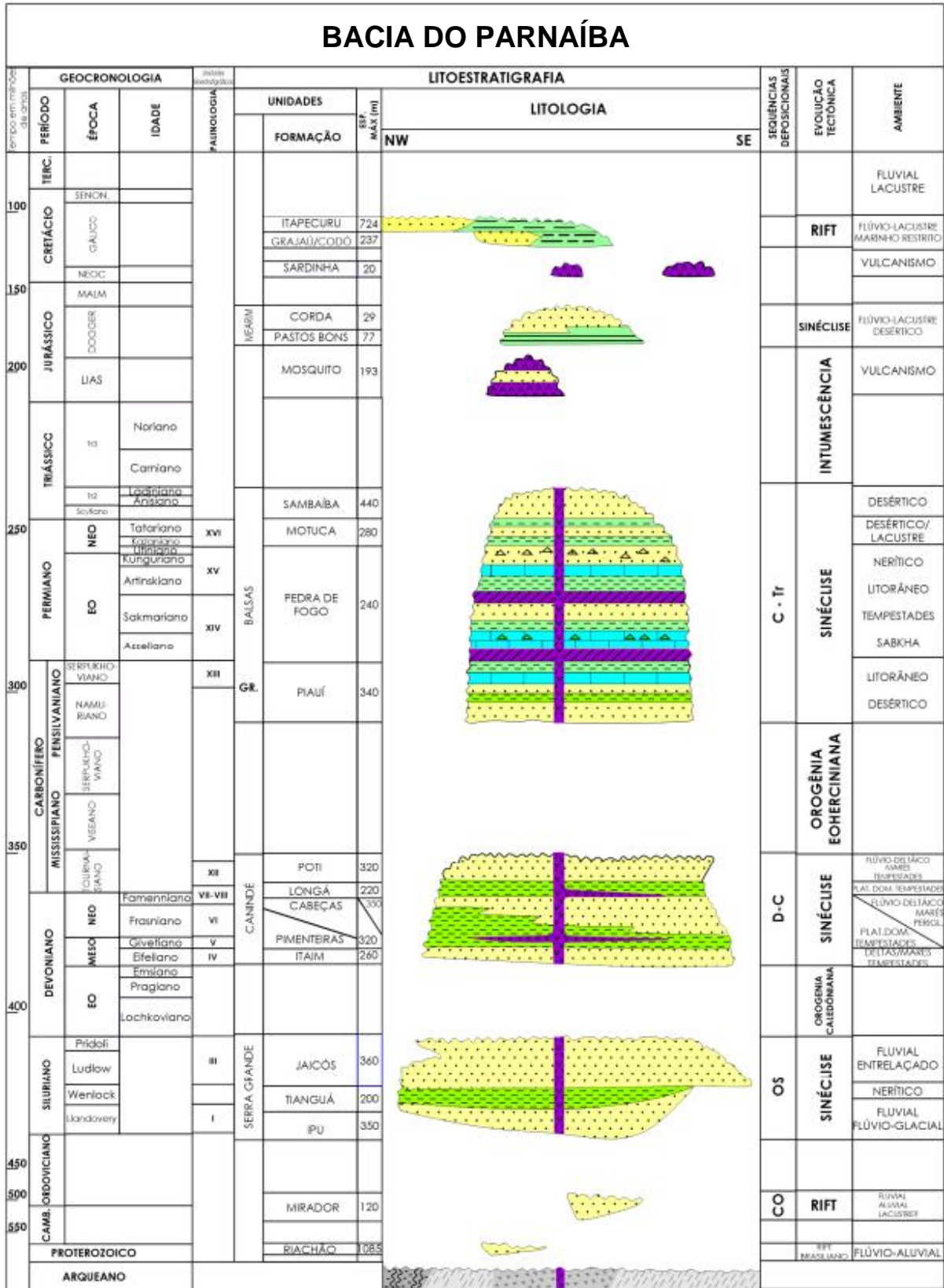


Figura 3 - Diagrama estratigráfico da Bacia do Parnaíba, segundo Góes & Feijó (1994), modificado de Cruz (2021)

2.1.3 Formação Codó

Como parte integrante da Sequência Cretácea da Bacia do Parnaíba encontra-se a Formação Codó, composta basicamente por folhelhos, calcários, siltitos, gipsita/anidrita e arenito (Vaz *et al.*, 2007), em pacotes de espessura máxima de 180 metros (Mendes, 2007). Os afloramentos ocorrem na porção norte-noroeste da Bacia, sendo encontrados nos rios que drenam a bacia e em minas a céu aberto nas proximidades da cidade de Codó, estado do Maranhão (Figura 4).

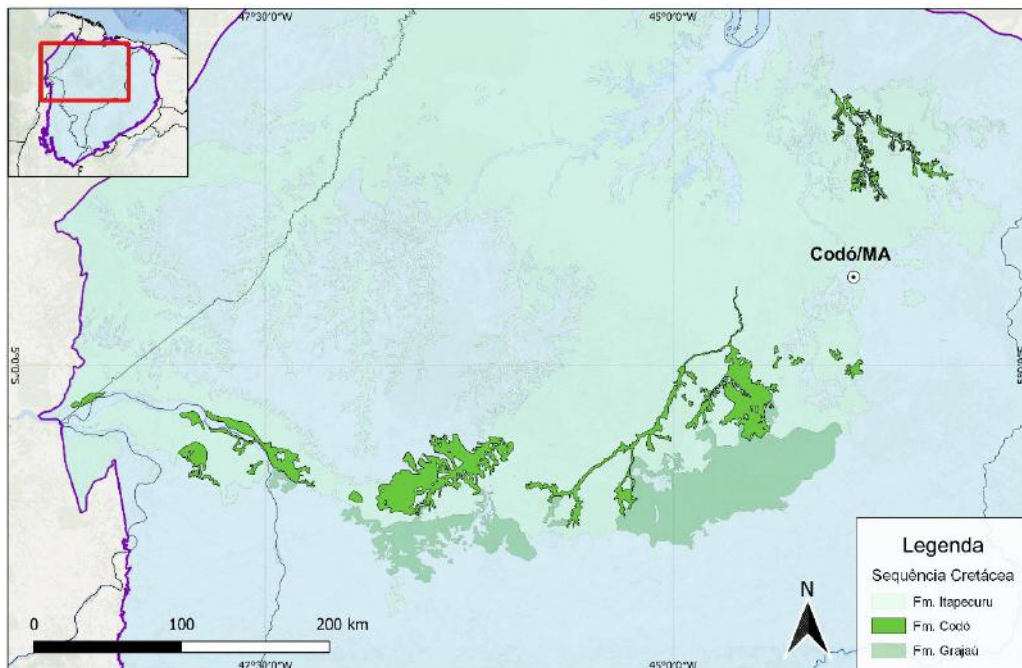


Figura 4 - Afloramentos da Sequência Cretácea da Bacia do Parnaíba, com destaque para a Formação Codó. Modificado de CPRM (2021).

Foi inicialmente reconhecida por Lisboa (1914), que relatou a ocorrência de pacotes de “folhelhos betuminosos” aflorantes nas proximidades do rio Itapecuru, próximo à cidade de Codó/MA, e datou-os como de idade permiana. Campbell (1949) também identificou folhelhos pretos com intercalações de calcários e gipsita nas proximidades da cidade de Codó e os batizou com o nome dessa cidade. Mesner & Wooldridge (1964a) referem-se pela primeira vez a esses estratos como “Formação Codó”, atribuem uma idade eocretácea por meio de fósseis e propõem uma subdivisão em três unidades distintas: uma unidade inferior de folhelhos pretos betuminosos com intercalações de calcários altamente fossilíferos e anidritas, uma unidade

intermediária de arenito branco a esverdeado e uma unidade superior de folhelhos físseis cinza a esverdeado com gastrópodes marinhos. Essa subdivisão em três subunidades foi proposta e detalhada em outros trabalhos posteriores (Rezende & Pamplona, 1970; Fernandes & Della Piazza, 1978).

Com relação ao posicionamento cronoestratigráfico, Leite *et al.* (1975) registram que trabalhos anteriores inferiam idade aptiana com base em peixes da família *Clupeidas*. Nesse mesmo trabalho, há o registro de que os palinomorfos encontrados faziam parte do intervalo PC-20 de Regali *et al.* (1974), Andar Alagoas, Aptiano.

Estudos palinológicos de Lima (1982) e Rossetti *et al.* (2001a) apontaram idade aptiana final, com base na presença de *Sergipea variverrucata*. Antonioli (2001) registrou as palinozonas P260(?), P270 e P280, datando a formação como Aptiano-Albiano. Porém, a recente reavaliação das zonas P270 e P280 por Ferreira *et al.* (2020), que posicionou ambas no Aptiano final com base na integração de dados baseados em foraminíferos e nanofósseis calcários, dá a entender até o momento que essa seria a idade de deposição da Formação Codó.

Em relação aos aspectos faciológicos, existem algumas propostas na literatura (Batista, 1992; Paz & Rossetti, 2001; Rossetti *et al.*, 2004; Mendes, 2007).

Batista (1992) descreveu os testemunhos de quatro furos de sondagem perfurados ao sul da Bacia de São Luís e caracterizou dez litofácies, agrupadas em cinco associações de fácies: associação de fácies A (depósitos de leques aluviais), associação de fácies B (depósitos flúvio-deltaicos), associação de fácies C (depósitos de lobos deltaicos prográdantes para o interior de um ambiente lagunar), associação de fácies D (depósito de ambiente lacustre marginal trabalhado por ação de ondas) e associação de fácies E (ambiente lacustre anóxico de águas rasas com períodos de invasões marinhas).

Paz & Rossetti (2001), descrevendo dois poços e cinco afloramentos em minas a céu aberto, caracterizaram treze litofácies, agrupadas em três associações de fácies: associação de fácies 1 (depósito de lago central com ciclos de raseamento), associação de fácies 2 (ambiente de lago transicional com pouca influência de onda) e associação de fácies 3 (depósitos de lago marginal com exposição subaérea e retrabalhamento por onda).

Rossetti *et al.* (2004) caracterizaram onze fácies, a partir da descrição de afloramentos das proximidades da cidade de Grajaú/MA, e obtiveram três associações litológicas, classificadas como Evaporitos, Carbonatos e Argilitos.

Mendes (2007) estudou os testemunhos de quatro poços perfurados na borda leste da Bacia do Parnaíba e descreveu quinze litofácies, agrupadas em sete sucessões de fácies (Quadro 1), além de propor a separação da Formação Codó em duas sequências deposicionais: uma sequência inferior (Seq-1), com características redutoras/anóxicas, e uma sequência superior (Seq-2), com caráter óxico/disóxico.

A interpretação paleoambiental para a Formação Codó é pouco consensual na literatura científica (Mesner & Wooldridge, 1964a; Leite *et al.*, 1975; Lima & Leite, 1978; Cerqueira & Marques, 1985; Paz, 2000; Rossetti & Góes, 2000; Paz & Rossetti, 2001; Antonioli, 2001; Antonioli & Arai, 2002; Bastos *et al.*, 2014, 2022).

Os trabalhos pioneiros acerca da Formação apontavam uma origem lacustrina/lagunar com episódios de ingressão marinha (Mesner & Wooldridge, 1964a; Leite *et al.*, 1975; Lima & Leite, 1978; Cerqueira & Marques, 1985).

Trabalhos posteriores sugeriram um ambiente predominantemente lacustre, com as ingressões marinhas ocorrendo apenas durante o tempo de deposição da Formação Itapecuru (Paz, 2000; Rossetti & Góes, 2000). Paz & Rossetti (2001) reforçam essa interpretação ao agrupar as litofácies da Formação Codó em três associações puramente lacustres, além de ressaltar a “ausência de fósseis marinhos”. No entanto, outros trabalhos apontaram uma presença significativa de influência marinha ao longo de seções da Formação Codó (Antonioli, 2001; Antonioli & Arai, 2002).

CÓDIGO	DIAGNOSE	INTERPRETAÇÃO
SF1	Sucessão de fácies Ao-Ac-Sc-Fe em ciclos de afinamento granulométrico.	Passagem de um sistema fluvial (fácies Ac) para um lacustre marginal de pequena lâmina d'água ou subexposto (fácies Ao e Sc), hipersalino e anóxico (fácies Fe).
SF2	Sucessão de fácies B-Fe-cL-cS em ciclos de precipitação química mais intensa.	Deposição de um sistema lacustre hipersalino raso (fácies Fe) em ciclos de raseamento da lâmina d'água (fácies B, cL e cS).
SF3	Caracteriza-se pela sucessão de fácies Fe-Cs-Sc em ciclos de engrossamento granulométrico.	Conjunto de fácies depositadas na passagem de um sistema lacustre hipersalino raso para sistema deltaico.
SF4	Sucessão de fácies Rt-Fe-G-cL.	Sistema deposicional de <i>sabhha</i> , em ciclos de raseamento para o topo até a exposição subaérea.
SF5	Sucessão autoreflexiva de camadas da fácies Ac ou C	Depósitos fluviais psefiticos ou psamíticos, possivelmente associados a um sistema fluvial entrelaçado e que marca um evento erosivo estendido para todos os poços estudados.
SF6	Sucessão autoreflexiva de camadas da fácies Fp	Amplo lago de águas continentais com variação da salinidade devido a uma possível conexão com o mar. Tais condições ofereceram oxigenação suficiente para o desenvolvimento de uma fauna de ostracodes e gastrópodes.
SF7	Sucessão de fácies Ao-cS-Ff-Ac(c)-Ac em ciclos de engrossamento granulométrico.	Passagem de um sistema lagunar de pequena lâmina d'água (fácies Ao, Cs e Fp) para um deltaico a fluvial (fácies Cs, Ac e Ac(c)) em pequenos ciclos de afogamento.

Quadro 1 - Sucessões de fácies interpretadas para a Formação Codó (Mendes, 2007)

Mendes (2007), em sua análise faciológica de testemunhos de sondagem (poços 1-UN-24-PI, 1-UN-25-PI, 1-UN-32-PI e 1-UN-35-PI, Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba – DNPM/CPRM), identifica gastrópodes marinhos no topo da seção representativa da Formação Codó e levanta a discussão acerca do grau de influência marinha, citando os resultados obtidos por Neves (2007), o qual constatou a presença de dinoflagelados marinhos (gênero *Subtilisphaera*). Mendes (2007) também infere duas superfícies de inundação máxima, sendo a superior (SI-Mar) interpretada como resultado de um evento transgressivo marinho.

Bastos *et al.* (2014), com base em dados geoquímicos obtidos em amostras de furos de sondagem (poços 1-UN-24-PI e 1-UN-37-PI), propõem que a deposição da Formação Codó teria ocorrido no contexto de um golfo em condições semiáridas, inundado por incursões marinhas relacionadas ao *seaway* vindo do Norte durante o Aptiano/Albiano (Figura 5) (Arai, 2009, 2014).

Sousa *et al.* (2019) identificam matéria orgânica de origem marinha, mas pontuam que é difícil definir um ambiente de deposição predominante, devido à grande extensão da Formação Codó e das múltiplas incursões marinhas ocorridas durante o Aptiano, que criariam muitas variações paleoambientais localizadas.

Bastos *et al.* (2022), em estudo realizado em amostras da Formação Codó no poço 1-UN-32-PI, com base em geoquímica orgânica, identificam estágios de evolução paleoambiental com fortes indícios de influência marinha em grande parte da seção estudada.

O estudo com base em ostracodes de Barros *et al.* (2022), realizado na seção correspondente à Formação Codó do poço 1-UN-24-PI (Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba - CPRM), aponta que parte da assembleia identificada, comumente considerada como não-marinha, já foi descrita em associação com fósseis marinhos, além de registrar a ocorrência de foraminíferos bentônicos em certos níveis da seção analisada (Mojon *et al.*, 2009; Melo *et al.*, 2020; Trabelsi *et al.*, 2021; Barros *et al.*, 2022).

É nesse cenário, ainda longe de consenso, que o presente trabalho se insere, buscando contribuir com novos dados e informações acerca da micropaleontologia da Formação Codó, a partir das informações obtidas com o estudo dos ostracodes.

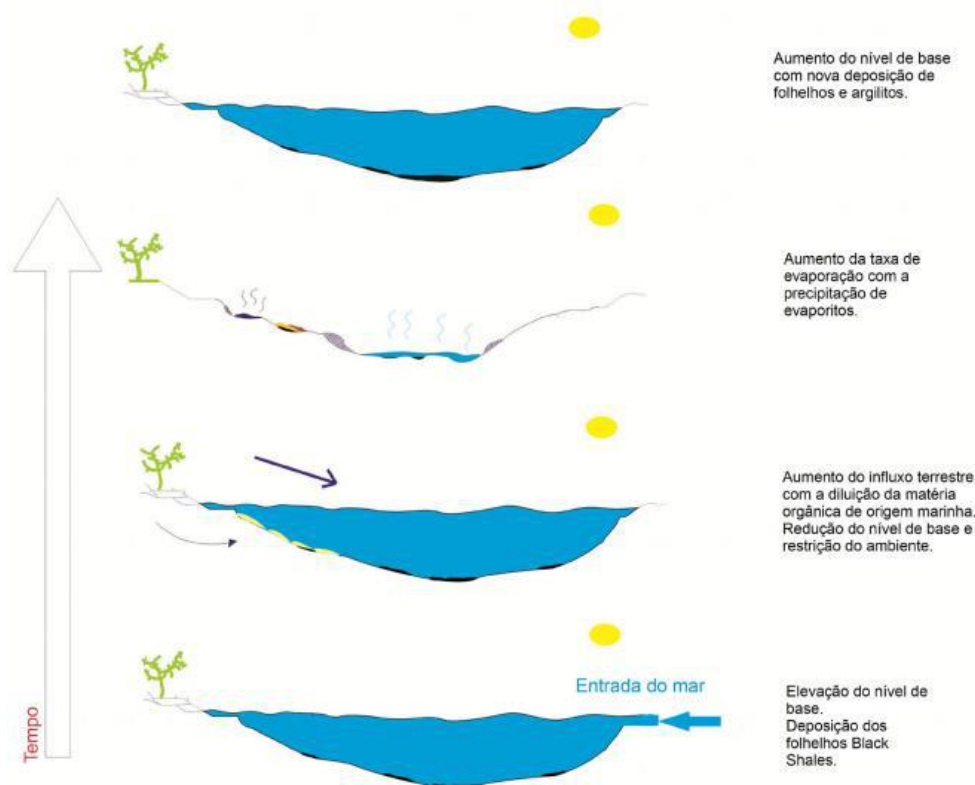


Figura 5 - Modelo da dinâmica sedimentar do "Golfo Codó" (Bastos *et al.*, 2014)

A Formação Codó exibe grande riqueza fossilífera. Há registro de restos vegetais (lenhos fossilizados, restos de folhas, troncos de dicotiledôneas), invertebrados (ostracodes, insetos, conchostráceos, bivalves, gastrópodes, equinoides, decápodes, entre outros) e peixes (Mendes, 2007; Santos & Carvalho, 2009; Lindoso & Carvalho, 2012; Lindoso, 2016).

O estudo dos ostracodes (alvo principal do presente trabalho) da Formação Codó é relativamente escasso, comparando-se com outras bacias e formações de interesse do contexto geológico brasileiro (Ramos *et al.*, 2006; Maizatto *et al.*, 2011; Barros *et al.*, 2022).

A presença de ostracodes já era apontada nos pacotes sedimentares desde as primeiras descrições litológicas da formação (Leite *et al.*, 1975; Lima & Leite, 1978). Krömmelbein & Weber (1971) citam, em seu trabalho pioneiro sobre os ostracodes do Mesozoico brasileiro, espécimes recuperados em sedimentos da Formação Codó, mas não vão além de uma menção pontual.

Silva *et al.* (1985, 1989) apresentaram resultados bioestratigráficos dos poços 1-UN-32-PI e 1-UN-24-PI contendo dados sobre ostracodes, mas por estarem na forma de resumos, não é possível obter detalhes aprofundados.

O primeiro trabalho com o objetivo de descrever os ostracodes da Formação Codó foi o artigo publicado por Ramos *et al.* (2006). Nesse trabalho, foram analisadas amostras provenientes de afloramentos em minas de calcário próximas ao município de Codó, Maranhão. Uma assembleia composta por seis espécies do gênero *Harbinia* (Tsao, 1959) emend Hou, 1984 e uma espécie do gênero *Candona* Baird, 1945 foi reconhecida, levando os autores a confirmarem a idade neoaptiana para a Formação Codó, com base na similaridade da fauna encontrada com as registradas em outras unidades aptianas (p.e., Formação Santana/Bacia do Araripe e Formação Alagamar/Bacia de Sergipe-Alagoas), além de suportarem a interpretação paleoambiental proposta em trabalhos anteriores de um ambiente com condições continentais lacustres (Paz & Rossetti, 2001; Paz, 2005).

Mendes (2007) cita o estudo de Lemos & Do Carmo (2007), que apresenta a identificação taxonômica de ostracodes recuperados em amostras dos poços 1-UN-

24-PI e 1-UN-32-PI, contendo espécimes do gênero *Harbinia*, mas o trabalho não chegou a ser publicado (Do Carmo, comunicação pessoal).

Maizatto *et al.* (2011), em estudo sobre afloramentos da Formação Codó, registra a ocorrência de palinóforos e ostracodes não-marinhos.

Barros *et al.* (2022) apresentam os resultados obtidos a partir da análise de amostras do poço 1-UN-24-PI, identificando dezenove espécies de ostracodes de sete gêneros: *Harbinia*, *Iliocypris*, *Damonella*, *Candonopsis*, *Theriosynoecum*, *Aracajuia* e *Darwinula*. De acordo com os autores, a presença do gênero *Harbinia* posicionou a seção estudada na biozona *Harbinia* spp. 201-218, atribuindo uma idade aptiana final (Andar Alagoas) para a Formação Codó.

2.2 Andar Alagoas

No início dos esforços para a exploração de petróleo na Bacia do Recôncavo-Tucano e áreas adjacentes, como a Bacia de Sergipe-Alagoas, não foram identificados estratos marinhos que permitissem inferências de idade para as suas rochas, com base nas unidades cronoestratigráficas internacionais (Antunes *et al.*, 2018). Para contornar essa problemática, Schaller (1969) e Viana *et al.* (1971) definiram unidades locais que vieram a compor a Série Recôncavo. Com a exceção do topo do Andar Alagoas, todos os demais limites foram definidos a partir de eventos fósseis de ostracodes não-marinhos (Antunes, *et al.*, 2018).

O Andar local Alagoas foi formalmente proposto por Schaller (1969), na Bacia Sergipe-Alagoas, a partir de dados litológicos e geofísicos. Adicionalmente, para caracterizar esse andar, é citada a ocorrência de biozonas de ostracodes (zonas 010/011 - *Cytheridea* (?) sp. gr.201-218), palinóforos (zona 470 - *Inaperturopollenites* sp.), amonitas (zona 300 - *Cheloniceras* spp.) e foraminíferos planctônicos (zona 111.1 - *Hedbergella washitensis praecursor*), a depender da fácies, se continental ou marinha (Schaller, 1969).

De acordo com Schaller (1969), o Andar local Alagoas, cujo topo poderia situar-se estratigraficamente próximo ao limite Aptiano-Albiano, encerraria a transição regional definitiva da sedimentação não-marinha para marinha.

A biozona inicialmente definida como 010/011 por Schaller (1969) na Bacia de Sergipe-Alagoas, foi modificada para 011 por Moura (1988), na Bacia de Campos, caracterizada por ostracodes referidos como *Cytheridea?* sp. gr. 201-218, porém sem detalhamento taxonômico e ilustrações, que ficaram restritos a relatórios internos da PETROBRAS.

Na década de 70, Krömmelbein & Weber (1971) realizaram estudos em ostracodes de seções correlatas e obteve um maior detalhamento taxonômico, atribuindo a subespécies do gênero *Hourcquia*. Paralelamente, Bate (1972) descreve o gênero *Pattersoncypris*.

Do Carmo *et al.* (2008), considerando que os gêneros *Pattersoncypris* e *Hourcquia* seriam sinônimos do gênero *Harbinia*, propuseram atualizar o nome da Biozona 011 para Biozona *Harbinia* spp. 201/218.

Poropat & Colin (2012) fazem considerações sobre o posicionamento taxonômico de cinco espécies de *Harbinia* (*Harbinia angulata*, *Harbinia sinuata*, *Harbinia symmetrica*, *Harbinia salitrensis* e *Harbinia micropapillosa*), revalidando *Pattersoncypris* e propondo o gênero *Kroemmelbeincypris* para as espécies *Pattersoncypris angulata* e *Pattersoncypris symmetrica*.

A classificação taxonômica ainda gera polêmicas quanto ao pertencimento dessas espécies ao gênero *Pattersoncypris* ou *Harbinia*, mas são essas as espécies-índice de ostracodes que caracterizam a Biozona *Harbinia* spp. 201-218.

3 OSTRACODES

3.1 Generalidades

Os ostracodes são pequenos crustáceos que habitam praticamente todos os ambientes aquáticos, estando presentes em todas as profundidades marinhas, em águas doces a altamente salinas, corpos de água permanentes ou temporários, e até mesmo em locais extremos, como folhas encharcadas de bromélias, fontes termais e aquíferos subterrâneos (Sames, 2010).

A maioria das espécies possui tamanho microscópico (0,4 a 1,5 milímetros) e comportamento bentônico, ou seja, habitam o substrato (Moore *et al.*, 1961). São caracterizados por possuírem uma carapaça bivalve articulada ao longo da margem dorsal (Figura 6), de composição predominantemente calcítica (CaCO_3), que é trocada durante o processo de ecdise. Até a fase adulta, os ostracodes passam, geralmente, por oito estágios de crescimento (*instars*), e em cada um deles uma nova carapaça é sintetizada (Bergue, 2006).

São reconhecidas, desde o Ordoviciano até o Recente, cerca de 65 mil espécies fósseis e 40 mil espécies recentes (Sames, 2010), consistindo no grupo artrópode mais bem representado no registro fóssil (Smith, 2000; Liebau, 2005; Horne & Siveter, 2016), com a ressalva de que as sinonímias podem inflacionar essa quantidade (Bergue, 2010). Um dos motivos dessa excepcional preservação é a sua carapaça mineralizada, que potencializa a chance de fossilização. Outros fatores, como tamanho diminuto, variabilidade morfológica e ecológica, somam-se aos anteriores e fazem dos ostracodes uma excelente ferramenta de estudo geológico, com aplicações em diversas áreas, como bioestratigrafia, paleogeografia, paleoecologia, paleoceanografia, paleolimnologia, reconstruções paleoclimáticas, entre outros (Bergue, 2006; Sames, 2010; Sames & Horne, 2012).

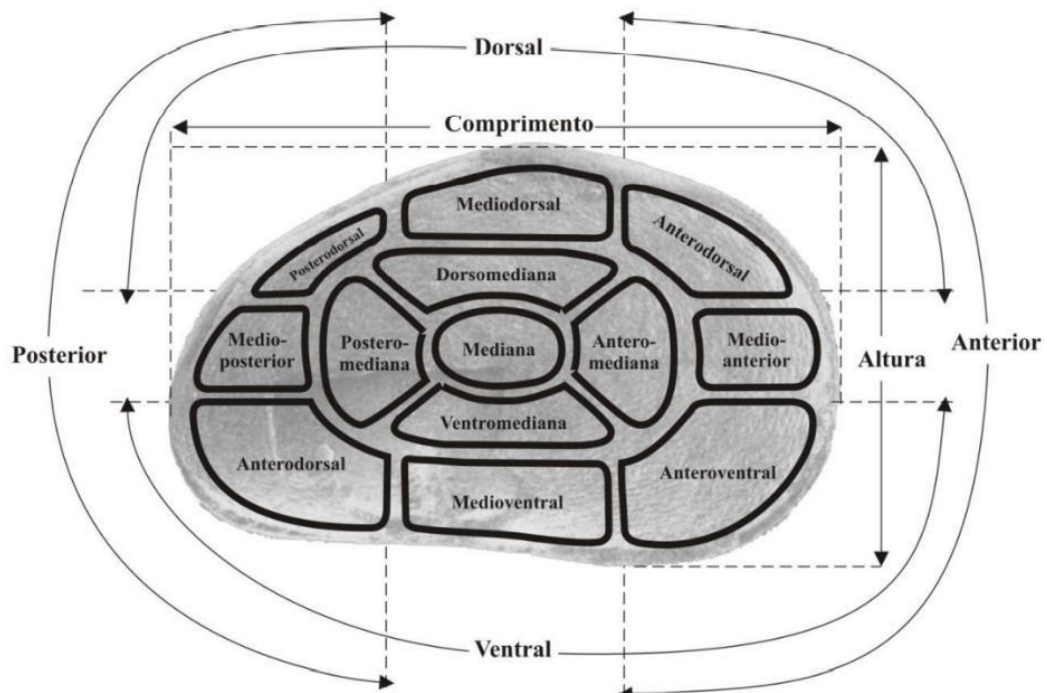


Figura 6 – Regiões e dimensões da carapaça dos ostracodes, de acordo com Kesling (1951), retirado de Antonietto (2010).

3.2 Sistemática

Os primeiros ostracodes a serem nomeados foram descritos pelo naturalista dinamarquês O. F. Müller, no ano de 1776. São integrantes do Filo Arthropoda, Subfilo Crustacea, Classe Ostracoda e subdivididos nas subclasses Podocopa (ordem Palaeocopida, Platycopida, Podocopida) e Myodocopa (ordem Myodocopida e Halocyprida) (Horne, 2005).

No Cretáceo, apenas duas ordens são registradas: Myodocopida, com suas valvas quitinosas ou pouco calcificadas, e Podocopida, com carapaças mais robustas, que compreende a maioria das formas descritas deste período (Horne, 2003). A Ordem Podocopida inclui a subordem Podocopina, que reúne os gêneros de ostracodes pertencentes a quatro superfamílias: Bairdioidea, Darwinuloidea, Cytheroidea e Cypridoidea (Horne, 2005).

3.3 Bioestratigrafia

Ostracodes são amplamente reconhecidos como um dos melhores grupos de microfósseis para interpretações paleoambientais, mas também são ferramentas importantes na datação relativa e correlação estratigráfica, principalmente de ambientes não-marinhos (Colin & Lethiers, 1988).

Possuem muitas vantagens em relação a outros grupos, como por exemplo sua grande amplitude estratigráfica (praticamente todo o Fanerozoico) e presença em praticamente todos os ambientes aquáticos. Portanto, podem ser utilizados em zoneamentos diversos, incluindo depósitos lacustres ou salobros, que frequentemente não possuem outros grupos fósseis. Além disso, são metazoários, o que permite uma melhor compreensão de suas modalidades de especiação (Colin & Lethiers, 1988).

Por outro lado, o valor estratigráfico dos ostracodes também tem suas limitações, devido ao endemismo relativo e a tolerância ecológica. Desse modo, um bom estudo bioestratigráfico com base em ostracodes necessita ser acompanhado de um entendimento adequado de sua taxonomia, paleoecologia, filogenia e paleobiogeografia.

3.4 Paleoecologia

A relevância dos ostracodes como indicadores paleoambientais é plenamente reconhecida. Fatores do ambiente aquático como salinidade, composição química, temperatura, turbidez, nível de oxigenação, entre outros parâmetros, são determinantes na proliferação, distribuição e adaptação dos ostracodes em um determinado local (Carbonel, 1988).

Devido a sua presença em praticamente todos os ambientes aquáticos, desde águas doces a marinhas, hipersalinas e até mesmo subterrâneas, os ostracodes têm sido utilizados como ferramentas úteis na reconstrução paleoambiental a partir do registro geológico, desde o Cambriano (Sames, 2010).

No contexto da evolução paleobiogeográfica que acompanhou a ruptura do Gondwana e a posterior abertura do Oceano Atlântico, os ostracodes surgem como

um grupo fóssil que registra os variados ambientes que se sucederam ao longo desse processo, desde lagos e rios, até o estabelecimento de um ambiente marinho pleno.

Na Formação Codó, os ostracodes não-marinhos predominam, uma vez que durante seu tempo de deposição (Andar Alagoas) são registrados ambientes de sedimentação continentais que, pouco a pouco, vão sendo afetados pelas primeiras ingressões marinhas, gerando faunas que caracterizam ambientes transicionais (Ramos *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2022).

Ambientes transicionais são os ambientes localizados entre áreas continentais e marinhas, como, por exemplo, lagunas, estuários, deltas, mangues e planícies de maré. Nesses ambientes, a salinidade varia desde condições hipohalinas a hipersalinas, dependendo de fatores climáticos e oceânicos (Do Carmo *et al.*, 2018).

Muitas espécies de ostracodes habitam ambientes transicionais, caracterizados como ostracodes de águas salobras. Eles habitam lagunas e estuários, ou lagos salinos. As áreas mais proximais desses ambientes costumam ter uma água mais doce, enquanto nas áreas mais distais, em direção ao oceano, a salinidade aumenta. Entre essas duas regiões, a água é salobra e apresenta uma associação de ostracodes adaptada para essas condições. Geralmente, as associações de águas salobras são pobremente diversificadas e as espécies adaptadas se proliferam com uma taxa muito elevada, gerando cenários de dominância (Figura 7) (Do Carmo *et al.*, 2018).

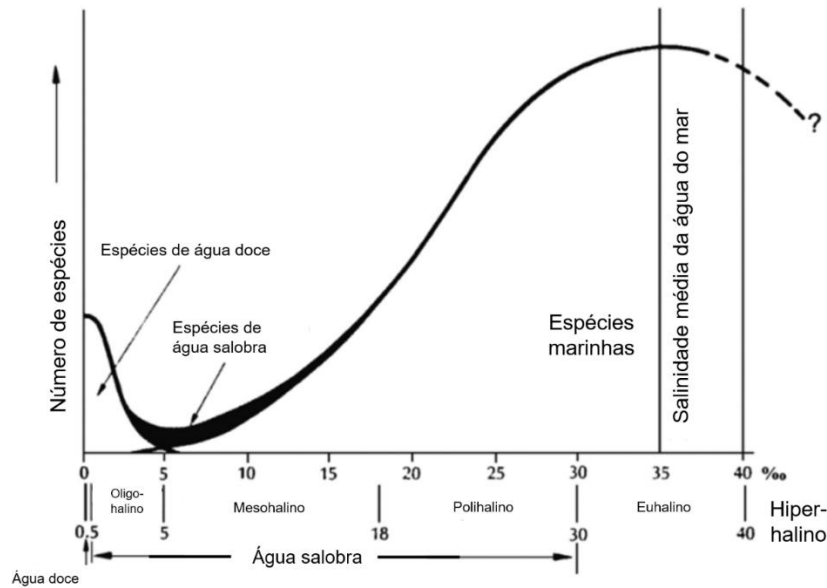


Figura 7 - Relação entre os Intervalos de salinidade e a diversidade das espécies. (Do Carmo *et al.*, 2018).

É possível agrupar quatro classes de espécies de ostracodes de água salobra: holoeurihalinas, estenohalinas de água salobra, eurihalinas de água doce e eurihalinas marinhas. As espécies holoeurihalinas são adaptadas a praticamente todos os níveis de salinidade. Espécies estenohalinas de água salobra estão limitadas a águas salobras, enquanto as eurihalinas de água doce são espécies de água doce que podem penetrar extensivamente em águas salobras. Por sua vez, as espécies eurihalinas marinhas são espécies marinhas que podem tolerar águas salobras (Remane, 1971; Do Carmo *et al.*, 2018).

Segue abaixo um quadro com algumas espécies de ostracodes não-marinhos encontrados no Andar Alagoas e sua paleoecologia, de acordo com Do Carmo *et al.* (1999, 2004, 2018) e Barros *et al.* (2022).

Espécie	Família	Paleoecologia
<i>Harbinia sinuata</i>	Cyprididae	Eurihalina de água doce
<i>Harbinia alta</i>	Cyprididae	Eurihalina de água doce
<i>Harbinia crepata</i>	Cyprididae	Holoeurihalina
<i>Paracypria? elongata</i>	Candonidae	Estenohalina de águas salobras
<i>Darwinula martinsi</i>	Darwinulidae	Eurihalina de água doce
<i>Damonella grandiensis</i>	Candonidae	Eurihalina de água doce

Quadro 2 - Algumas espécies de ostracodes não-marinhos encontradas no Andar Alagoas e sua paleoecologia.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

O material analisado corresponde a 50 amostras coletadas no testemunho de sondagem do poço 1-UN-32-PI (atualmente armazenado nos depósitos do CPRM na cidade de Recife-PE) no intervalo correspondente à Formação Codó, de acordo com as prévias descrições litológicas do testemunho (Lima & Leite, 1978; Mendes, 2007).

O poço 1-UN-32-PI foi perfurado no ano de 1974, como parte dos esforços exploratórios do Projeto Carvão da Bacia do Parnaíba, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). A perfuração ocorreu na localidade Roça do Meio, no município de Duque Bacelar, coordenadas 04° 04' 55" S, 043° 03' 15" W (Figura 1). O testemunho recuperado do poço teve um comprimento total de 254,60 metros, finalizando em rochas ígneas.

Lima & Leite (1978), na primeira descrição litológica do poço 1-UN-32-PI, indicam a Fm. Codó entre as profundidades 161,47 e 64,90 metros (Lima & Leite, 1978). Mendes (2007) analisou litologicamente o poço e interpretou a Fm. Codó como estando entre as profundidades 166,00 e 71,00 metros.

As amostras, cada uma pesando 60 gramas, foram coletadas de acordo com critérios litológicos e disponibilidade de amostras, no intervalo entre as profundidades 155,00 e 86,00 metros. A irregularidade do espaçamento amostral deveu-se à má conservação do testemunho, o que não permitiu uma amostragem sistemática. Assim, as amostras foram coletadas onde a litologia e disponibilidade foram favoráveis no poço, buscando a recuperação de microfósseis. Levando em consideração esses fatores, o nível evaporítico-arenítico entre as profundidades 127,50 e 112,00 metros não foi amostrado (Figura 8).

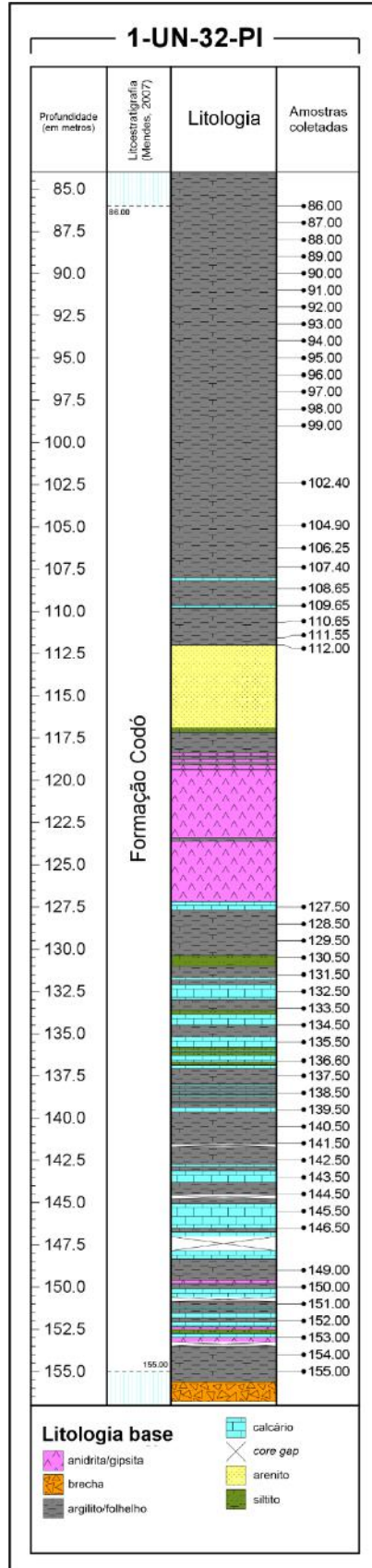


Figura 8 – Perfil litológico da seção estudada do poço 1-UN-32-PI, indicando as amostras analisadas

4.2 Métodos

A metodologia utilizada para o preparo das amostras seguiu o procedimento clássico de extração de microfósseis calcários, embebendo as amostras de rocha em 30% H₂O₂ (peróxido de hidrogênio) por 4 horas, e lavando em um conjunto de peneiras de 250, 125 e 63 micrômetros (µm) (Figura 9).

Um estereomicroscópio Leica M125C com aumento de 0,8X a 10X foi utilizado para triar e identificar os ostracodes recuperados das peneiras de 125 µm e 250 µm.

A triagem foi realizada visando atingir pelo menos 300 espécimes por amostra, para fins de representação estatística (Dennison & Hay, 1967; Fatela & Taborda, 2002). No caso de amostras contendo menos de 300 espécimes, as amostras inteiras foram triadas; aqueles que apresentaram alta abundância foram divididos até uma fração contendo aproximadamente essa quantidade, e os valores de abundância foram normalizados levando em consideração essa fração. Carapaças, valvas (incluindo juvenis) e moldes foram contados como um espécime cada.

Os espécimes foram identificados por meio de literatura especializada (Krömmelbein & Weber, 1971; Bate, 1972; Silva, 1978a,b,c; Ramos *et al.*, 2006; Gobbo, 2006; Do Carmo *et al.*, 2008; Antonietto, 2010; Tomé, 2011; Sames, 2011a,b; Do Carmo *et al.*, 2013; Piovesan *et al.*, 2013; Tomé *et al.*, 2014; Antonietto *et al.*, 2015, 2016; Souza *et al.*, 2017; Leite *et al.*, 2018; Do Carmo *et al.*, 2018; Melo *et al.*, 2020).

A classificação supragenérica está de acordo com Horne (2005). A atribuição de espécies ao gênero *Harbinia* Tsao, 1959 emend Hou, 1984, proposta por Do Carmo *et al.* (2008), é seguido aqui. A terminologia morfológica foi extraída de Kesling (1951) e Sames (2011b).

Os dados micropaleontológicos foram plotados no software StrataBugs®, versão 2.1, e estão sumarizados na Figura 10. O StrataBugs® é um software de manipulação de dados bioestratigráficos para geradores e usuários de dados, onde é possível gravar, armazenar, manipular e exibir dados bioestratigráficos e geológicos, incluindo registros de wireline e litologias gráficas para um ou vários poços.

As imagens de microscopia eletrônica de varredura dos ostracodes foram obtidas no Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/UFRJ, utilizando um equipamento

HITACHI 3030TM Plus, operando a 15 kV em modo de baixo vácuo e utilizando um detector de elétrons secundários. Os espécimes não foram revestidos por pulverização catódica.

Os resíduos das amostras, assim como os espécimes figurados, estão armazenados no Laboratório de Micropaleontologia Aplicada/Departamento de Geologia/Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio de Janeiro (MicrA/UFRJ), Brasil, sob os códigos de catálogo LM-19/040 a LM-19/089.



Figura 9 - Etapas de preparação das amostras para recuperação de ostras. A: amostra desagregada mecanicamente para otimizar a superfície de contato com o reagente. B: peróxido de hidrogênio 30%, que reage com a matéria orgânica da rocha. C: processo de reação na capela. D: peneiras de 0,250, 0,125 e 0,063 milímetros, utilizadas na lavagem das amostras após a reação.

5 RESULTADOS

5.1 Taxonomia e sistemática

De modo geral, a preservação ao longo da seção é ruim, com carapaças apresentando indícios de dissolução e fragmentação. Há a preservação de tipo *steinskern* em algumas amostras, ou seja, moldes internos. Em vários casos a identificação taxonômica alcançou o nível genérico, devido à falta de elementos conclusivos que permitissem um posicionamento específico dos ostracodes. Em outros casos, como fragmentos e carapaças severamente danificadas às quais nenhum nível taxonômico era possível de ser atribuído, foi aplicada a classificação *ostracoda sp. indet.*

Duas famílias de ostracodes podopóideos não-marinheiros do Cretáceo foram encontradas: Cyprididae e Candonidae. Dentro dessas famílias, os gêneros *Damonella*, *Harbinia* e *Paracypria?* foram identificados, com nove espécies: *Damonella grandiensis*, *Harbinia alta*, *Harbinia angulata*, *Harbinia crepata*, *Harbinia micropapillosa*, *Harbinia salitrensis*, *Harbinia sinuata*, *Harbinia symmetrica* e *Paracypria? elongata*.

As estampas de ostracodes estão localizadas na seção Anexos (Estampa 1 e Estampa 2).

Classe **OSTRACODA** Latreille, 1802

Subclasse **PODOCOPA** Sars, 1866

Ordem **PODOCOPIDA** Sars, 1866

Superfamília **CYPRIDOIDEA** Baird, 1845

Família **CYPRIDIDAE** Baird, 1845

Subfamília **CYPRIDINAE** Baird, 1845

Gênero ***Harbinia*** (Tsao, 1959) emend. Hou, 1984

Discussão: Neste trabalho segue-se a proposta de Do Carmo *et al.* (2008, 2013) e Antonietto *et al.* (2012), que consiste na atribuição de espécies anteriormente

classificadas sob o gênero *Pattersonocypris* Bate, 1972 e *Hourcquia* Krömmelbein & Weber, 1971 ao gênero *Harbinia* (Tsao, 1959) emend Hou, 1984. Essa sinonímia de espécies sul-americanas e oeste-africanas de *Pattersonocypris* Bate, 1972 (além de *Kroemmelbeincypris* Poropat & Colin, 2012a) com espécies asiáticas de *Harbinia* (Tsao, 1959) emend Hou, 1984 é um ponto de grande debate (p.e. Hou *et al.*, 2002; Do Carmo *et al.*, 2008; Antonietto *et al.*, 2012; Poropat & Colin, 2012a; Do Carmo *et al.*, 2013; Trabelsi *et al.*, 2021). O presente trabalho não tem como objetivo realizar uma discussão aprofundada sobre as características taxonômicas e/ou atribuições sistemáticas; sendo assim, optou-se por seguir a proposta de correlação dos gêneros supracitados.

Harbinia alta Antonietto *et al.*, 2012

Estampa 1; A-C

1971 *Hourcquia angulata angulata* Krömmelbein and Weber: Viana *et al.*, 1989, p. 216, figure 2a–2c; Depeche *et al.*, 1990, pl. 1, figures 1, 2; Silva-Telles & Viana, 1990, p. 320, figure 3.3.

2006 *Harbinia angulata* (Krömmelbein and Weber): Ramos *et al.*, p.343, figure 4E–4H.

2010 *Harbinia alta*: Antonietto, p.19, fig. 11, 1-9.

2012 *Harbinia alta*: Antonietto *et al.*, p. 662 e 664, fig. 4.1-4.10.

2013 *Harbinia alta*: Do Carmo *et al.*, p.94, fig.3.5–3.8

2022 *Harbinia alta*: Barros *et al.*, p.5, fig. 3A, B.

Diagnose: Carapaça com corcova alta; linha de charneira curta e em forte declive. Superfície externa com delicada reticulação hexagonal, com a porção central dos retículos côncava (Antonietto *et al.*, 2012).

Descrição: Carapaça subtriangular em vista lateral, com maior altura na região ântero-mediana e maior comprimento na região ventro-mediana. Margem dorsal ligeiramente convexa com protuberância pronunciada próxima à margem ântero-dorsal; linha de charneira retilínea, inclinada obliquamente para a extremidade

posterior; ângulo cardinal visível em ambas as valvas. Margem ventral sub-reta. Extremidade anterior arredondada. Extremidade posterior ligeiramente supracurvada.

Holótipo: CP-584 (carapaça), holótipo; CP-423, CP-426, CP 427, CP-587 (valva direita) e CP-586 (valva esquerda) (Tab. 3), parátipos (Antonietto *et al.*, 2012).

Localidade-tipo: Camadas Ipubi, Membro Crato, Bacia do Araripe, na amostra MP-1109, poço 1-PS-11-CE, cidade de Crato, Estado do Ceará, Brasil; Membro Romualdo, Bacia do Araripe, na amostra MP-931, pedreira CAMPEVI, município de Araripina, Pernambuco, Brasil.

Horizonte-Tipo: Membro Romualdo, Formação Santana, Bacia do Araripe, Aptiano superior, Cretáceo inferior.

Localidade: Poço 1-UN-32-PI, Município de Duque Bacelar, Estado do Maranhão, NE-Brasil, coordenadas geográficas 04°04'55" S, 43°03'15" W.

Material: 182 espécimes.

Ocorrência: 86,00 m, 98,00 m (Poço 1-UN-32-PI, Formação Codó)

Espécimes figurados: LM-19/052A, LM-19/040A e LM-19/052B. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: A: comprimento 828 µm, altura 547 µm; B: comprimento 652 µm, altura 477 µm; C: comprimento 436 µm, altura 323 µm.

Discussão: O padrão de sobreposição de *H. alta* difere de outras espécies de *Harbinia*, em que a valva esquerda sobrepõe toda a margem livre da direita. Em *H. alta*, a valva direita também se sobrepõe à esquerda, na extremidade anterior e entre a margem póstero-ventral e a posterior. *Harbinia alta* apresenta um padrão de ornamentação reticulado semelhante aos de *H. symmetrica* (Krömmelbein & Weber, 1971) e *H. angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971). Eles, entretanto, divergem na relação altura/comprimento (maior em *H. symmetrica*) e posição de maior altura (mais anterior em *H. alta*). Espécimes identificados e ilustrados como *Hourcqia angulata angulata* em Viana *et al.* (1989) e Silva-Telles & Viana (1990) também pertencem a *H. alta*. Comparadas com as de Krömmelbein & Weber (1971), apresentam diferentes relações altura/comprimento e padrões de ornamentação (papilosa ao invés de

reticulada). Espécimes de *H. angulata* identificados por Ramos *et al.* (2006) também pertencem a *H. alta*.

Distribuição geográfica e estratigráfica: Brasil: Bacia do Pará-Maranhão, Formação Codó, Aptiano inferior (Soares *et al.*, 2007). Bacia do Araripe, Formação Santana, Membros Crato e Romualdo (Viana *et al.*, 1989; Silva-Telles & Viana, 1990), ?Aptiano–?Albiano (Regali, 1990; Coimbra *et al.*, 2002). Camadas Ipubi, Membro Crato e Romualdo, Aptiano superior, Cretáceo inferior (Antonietto, *et al.*, 2012). Bacia do Grajaú, Formação Codó, Neoptiano (Ramos *et al.*, 2006), Aptiano (Barros *et al.*, 2022). No presente trabalho.

Harbinia angulata Krömmelbein & Weber, 1971

Estampa 1; D-E

1971 *Hourcqia angulata angulata* Krömmelbein & Weber, p. 34- 35, taf. 6, fig. 23 A-C.

1989 *Hourcqia angulata angulata*: Viana *et al.*, p. 216, foto 2a-c.

1990 *Hourcqia angulata angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971): Dépeche *et al.*, p. 307-308, pl. 3, fig. 18.

1998 *Harbinia angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971): Do Carmo, p. 33, est. 4, figs. 2-5.

1999 *Pattersoncypris angulata*: Bate, sem ilustração.

2002 *Pattersoncypris angulata angulata*: Coimbra *et al.*, p. 691, fig.4, no 29.

2006 *Harbinia angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971): Ramos, *et al.*, 344, fig. 4, E-H.

2008 *Harbinia angulata*: Do Carmo *et al.*, p. 795, fig.6, no 11.

2022 *Harbinia angulata*: Barros *et al.*, p. 5, fig. 3, C-D.

Diagnose: Margem dorsal e posterior angular, estruturas em cicatrizes delicadas cobrem toda a superfície de ambas as valvas (Krömmelbein & Weber, 1971).

Descrição: Margem dorsal e posterior angulada. Estruturas em cicatrizes não foram observadas nos espécimes encontrados, valvas com superfície lisa.

Holótipo: 1C, figurada na est. 6, fig. 23; BfB, tipo nº 7795.

Localidade-Tipo: Brasil, estado de Alagoas, poço PIA-3-AL, amostra de calha, profundidades 1140-1170 m (Krömmelbein & Weber, 1971).

Horizonte-Tipo: Bacia de Sergipe-Alagoas, Série Pós-Bahia, camadas Riachuelo em fácies marginal não-marinha (Krömmelbein & Weber, 1971).

Localidade: Poço 1-UN-32-PI, Município de Duque Bacelar, Estado do Maranhão, NE-Brasil, coordenadas geográficas 04°04'55" S, 43°03'15" W.

Material: 130 espécimes.

Ocorrência: 86,00 m, 88,00 m, 92,00 m, 98,00 m (Poço 1-UN-32-PI, Formação Codó).

Espécimes figurados: LM-19/046A e LM-19/046B. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: D: comprimento 855 µm, altura 588 µm; E: comprimento 1003 µm, largura 448 µm.

Discussão: *Harbinia angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971) difere de *H. micropapillosa* (Bate, 1972) e *H. sinuata* (Krömmelbein & Weber, 1971) por não apresentar a corcova dorsomediana presente em *H. micropapillosa*, e pelo formato mais oval a quase retangular, diferente da forma subtriangular de *H. sinuata*; apresenta também a região posterior quase reta e os ângulos antero-dorsomedianos menos evidentes do que em outras espécies. Além disso, os espécimes *H. angulata* são menores que o *H. micropapillosa*. De acordo com Antonietto (2010), a espécie *H. angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971) (Fig. 4, E-H) descrita em Ramos *et al.* (2006) é provavelmente sinônimo de *H. alta*, devido à forma menos alongada em relação a *H. angulata* e ornamentação semelhante ao de *H. alta*.

Distribuição geográfica e estratigráfica: Brasil: Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo (Krömmelbein & Weber; 1971), intervalo do Aptiano superior (Koutsoukos *et al.*, 1991; Feijó, 1994). Bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Romualdo (Silva-Telles Jr. & Viana, 1990), no intervalo aptiano (Regali, 1990; Coimbra *et al.*, 2002). Bacia do Cedro, em sedimentos relacionados à Formação Crato, Aptiano (Tomé, 2011). Bacia do Grajaú, Formação Codó, Neoptiano (Ramos *et al.*, 2006). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Barros *et al.*, 2022). No presente trabalho.

Harbinia crepata Do Carmo *et al.*, 2013

Estampa 1; F-G

1990 Gen. ind. sp. aff. 207: Silva-Telles Jr. & Viana, pl. 2, figs. 1, 3.

1998 *Harbinia crepata*: Do Carmo, est. 3 fig. 1-10 (nom. nud.).

2006 *Harbinia crepata*: Gobbo, Fig. 8: 10-12.

2020 *Pattersonocypris crepata*: Melo *et al.*, p.9, Fig. 5.

2022 *Harbinia crepata*: Barros *et al.*, p.5, fig. 3, E-F.

Diagnose: Carapaça subtriangular alongada, com corcova baixa na região anteromediana. Superfície lisa. Ângulo cardinal posterior visível embora pouco marcado (Do Carmo *et al.*, 2013).

Descrição: Carapaça grande e subtriangular alongada em vista lateral. Altura máxima antero-mediana. Comprimento máximo a meia altura. Corcova ântero-dorsal ligeiramente proeminente. Linha de charneira suavemente inclinada para a extremidade posterior. Ângulo cardinal posterior amplamente obtuso, mas distinguível. Margem ventral quase reta. Margens anterior e posterior grandes e arredondadas, a posterior um pouco mais estreita e truncada. Superfície lisa.

Holótipo: Carapaça adulta MP-O-1579, comp. 0.88 mm, alt. 0.56 mm, larg. 0.41 mm.

Localidade-Tipo: Brasil, estado do Ceará, poço CE-1, profundidade 2079,50 m.

Horizonte-Tipo: Bacia do Araripe, Formação Santana, Aptiano (Do Carmo *et al.*, 2013).

Localidade: Poço 1-UN-32-PI, Município de Duque Bacelar, Estado do Maranhão, NE-Brasil, coordenadas geográficas 04°04'55" S, 43°03'15" W.

Material: 217 espécimes.

Ocorrência: 88,00 m, 95,00 m, 96,00 m (Poço 1-UN-32-PI, Formação Codó)

Espécimes figurados: LM-19/049A e LM-19/049B. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: F: comprimento 609 µm, altura 382 µm; G: comprimento 818 µm, altura 534 µm.

Discussão: Segundo Do Carmo *et al.*, 2013, *Harbinia crepata* difere de *Harbinia sinuata*, *Harbinia salitrensis* (Krömmelbein e Weber, 1971) emend Antonietto *et al.* (2012) e *Harbinia micropapillosa* (Bate, 1972) emend Smith (2000) principalmente pelo contorno alongado subtriangular e linha de charneira menos inclinada.

Distribuição geográfica e estratigráfica: Brasil: Membro Crato, Formação Santana, Bacia do Araripe (Silva-Telles & Viana, 1990); Membro Romualdo, Formação Santana, Bacia do Araripe, Aptiano superior (Melo *et al.*, 2020). Intervalo datado como Aptiano (Coimbra *et al.*, 2002; Regali, 1990). Formação Alagamar, Bacia Potiguar, Aptiano meso-superior (Do Carmo *et al.*, 2013). Formação Codó, Bacia do Parnaíba, Aptiano (Barros *et al.*, 2022). No presente trabalho.

***Harbinia micropapillosa* (Bate 1972) emend. Do Carmo *et al.*, 2008**

Estampa 1; H-J

1972 *Pattersonocypris micropapillosa* (Bate): 379-393, pls. 66-71.

1973 *Pattersonocypris micropapillosa* (Bate): Bate, 101-108, figs. 1:19:102, 1:19:108.

1989 *Hourcqia angulata angulata* (Krömmelbein & Weber): Viana *et al.*, 216, figs. 2, a, b, c.

1990 *Hourcqia angulata angulata* (Krömmelbein & Weber): Depèche *et al.*, :303-304, pl. 1, figs. 1-2; pl. 3, fig. 17.

1990 *Pattersonocypris micropapillosa* (Bate): Depèche *et al.*, 303-306, pl. 1, fig. 9; pl. 2, figs. 9- 11. [Non] 303-308, pl. 1, figs. 10-11; pl. 3.

2000 *Pattersonocypris micropapillosa* (Bate): Smith, pls. 1-9.?

2006 [Non] *Harbinia micropapillosa* (Bate): Ramos *et al.*, 344, fig. 4, A-D.

2008 *Harbinia micropapillosa* (Bate): Do Carmo *et al.*, p. 795, fig. 6:6.

2011 *Pattersonocypris micropapillosa* (Bate): Tomé, p. 80-82, figs. 43 e 60.

2013 *Pattersonocypris micropapillosa* (Bate): Piovesan *et al.*, p. 246-247, figs. 4, 2.

2017 *Pattersonocypris micropapillosa* (Bate): Souza *et al.*, p. 7 e 9, est. 1, Figs. A-D.

2020 *Pattersonocypris micropapillosa* (Bate): Melo *et al.*, p.9, Fig. 5.

2022 *Harbinia micropapillosa*: Barros *et al.*, p. 5, fig. 3, G-H.

Diagnose original: Cypridinae com carapaça oval com corcova antero-dorsal aguda (Bate, 1972).

Diagnose emended: Carapaça oval com corcova anterodorsal pronunciada. Extremidade anterior mais arredondada do que a posterior. Valva direita com ângulo cardinal anterior bem marcado e declive da margem anterodorsal em concavidade (Do Carmo, Whatley, Queiroz-Neto, *et al.*, 2008).

Holótipo: Fêmea, lo.4680, comprimento 0.93 mm, altura 0.67 mm e largura 0.61 mm.

Localidade-Tipo: Concreções carbonáticas da Formação Romualdo, Bacia do Araripe, estado do Ceará, Brasil. Nenhuma outra informação sobre a localidade-tipo foi apresentada no artigo original (Bate, 1972).

Horizonte-Tipo: Bacia do Araripe, em concreções carbonáticas do Membro Romualdo da Formação Santana, idade Aptiano/Albiano (Bate, 1972).

Localidade: Poço 1-UN-32-PI, Município de Duque Bacelar, Estado do Maranhão, NE-Brasil, coordenadas geográficas 04°04'55" S, 43°03'15" W.

Material: 1.132 espécimes.

Ocorrência: 86,00 m, 87,00 m, 88,00 m, 91,00 m, 92,00 m, 94,00 m, 95,00 m, 96,00 m, 97,00 m, 98,00 m, 99,00 m, 107,40 m, 111,55 m (Poço 1-UN-32-PI, Formação Codó).

Espécimes figurados: LM-19/046C, LM-19/046D e LM-19/046E. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: H: comprimento 995 µm, altura 686 µm; I: comprimento 980 µm, altura 659 µm; J: comprimento 936 µm, largura 491 µm.

Discussão: De acordo com Do Carmo *et al.* (2008), o diagnóstico emend foi baseado na descrição detalhada da carapaça apresentada por Bate (1972) e Smith (2000). Originalmente era considerada uma espécie não-marinha, mas desde os comentários de Arai & Coimbra (1990) sobre sua paleoecologia, tem havido alguma discussão sobre sua tolerância paleoambiental. Arai & Coimbra (1990) relataram uma ocorrência autóctone de *H. micropapillosa* com cistos de dinoflagelados, na Formação Santana, Bacia do Araripe. Segundo Tomé (2011), o polifenismo associado a *Pattersonocypris micropapillosa* pode ser efeito das condições marinhas, uma vez que a valva é inflada,

assim como em *Pattersonocypris salitrensis* (espécie comprovadamente habitável em condições marinhas restritas, marcadora das primeiras incursões marinhas na Bacia do Araripe). Foi inferido, portanto, a tolerância de condições marinhas restritas e postulado que a espécie poderia ter ocorrido em paleoambientes marginais do proto-oceano Atlântico Sul. O diagnóstico da espécie no presente trabalho segue Do Carmo et al. (2008) e Tomé (2011).

Distribuição geográfica e estratigráfica: África: Libéria, Aptiano-Albiano (Bate, 1972). Brasil: Bacia de Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo, Aptiano (Moura, 1987, 1988; Smith, 2000; Campos Neto et al., 2007). Bacia do Araripe, Formação Santana, Aptiano - ?Albiano médio (Bate, 1972; Regali, 1990); Formação Santana, Aptiano-Albiano (Do Carmo, Whatley, Queiroz-Neto, et al., 2008); Membro Romualdo, Formação Santana, Aptiano superior (Antonietto, 2010; Melo et al., 2020); Aptiano (Tomé, 2011; Souza et al., 2017). Bacias de Santos, Campos e Espírito Santo (Piovesan et al., 2013). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Barros et al., 2022). Este presente trabalho.

Harbinia salitrensis (Krömmelbein & Weber, 1971) emend. Antonietto et al., 2012

Estampa 2; A-C

1971 *Hourcqia angulata salitrensis* Krömmelbein and Weber, p. 81, p. 6, figure 26a–26c; Dépêche et al., 1990, p. 297, pl. 3, fig. 14.

1972 *Pattersonocypris angulata salitrensis* (Krömmelbein and Weber); Bate, p. 381, fig. 11c, 11d, 11f.

1990 *Pattersonocypris* cf. *angulata salitrensis* (Krömmelbein and Weber); Silva-Telles Jr. & Viana, p. 321, fig. 2.8.

1990 *Pattersonocypris* cf. *Pattersonocypris angulata salitrensis* (Krömmelbein & Weber): Silva-Telles & Viana, 319-321, est. 2, fig. 8.

1990 *Hourcqia?* sp.2: Silva-Telles & Viana, 319-321, est. 3, figs. 5-6.

1990 *Cultella* sp.: Depêche et al., 305-306, pl. 2, fig. 3.

1990 *Hourcqia angulata salitrensis*: Krömmelbein & Weber: 307-308, pl. 3, fig.14.

2006 *Harbinia salitrensis*: (Krömmelbein & Weber): Ramos et al., fig. 4, Q-T.

2008 *Harbinia salitrensis* (Krömmelbein & Weber): Do Carmo et al., 2008, 795, fig. 6:8.

2010 *Harbinia salitrensis*: Antonietto, p. 24-27, fig.13.

2012 *Harbinia salitrensis*: Antonietto *et al.*, p. 663-665, fig. 4.11–4.20.

2012b *Pattersoncypris salitrensis* (Krömmelbein & Weber, 1971): Poropat & Colin, p. 708.

2014 *Pattersoncypris salitrensis* (Krömmelbein & Weber, 1971): Tomé *et al.*, p. 167.

2017 *Harbinia* aff. *Harbinia salitrensis*: Leite, p. 23, fig. 9: 7-9.

2022 *Harbinia salitrensis*: Barros *et al.*, p. 5, fig. 3, I-J.

Diagnose original: uma espécie grande de *Hourcquia angulata* (tamanho da carapaça de aproximadamente 1,1 mm) com as seguintes características: carapaça muito compacta e alta; em vista dorsal, espessa e fusiforme. A margem dorsal inclina-se para trás; extremidade posterior ligeiramente selada. A extremidade posterior começa em um ponto mais elevado e visivelmente mais angulado do que em *Hourcquia angulata symmetrica*. Margem ventral ligeiramente côncava (Krömmelbein e Weber, 1971).

Diagnose emend: Carapaça subtriangular a subovalada em vista lateral, com maior altura mediana e maior comprimento ventrocentral. Ângulo cardinal posterior arredondado, visível apenas na valva direita. Extremidade posterior estreitamente arredondada. Superfície externa lisa. Em vista dorsal, marcadamente fusiforme (Antonietto *et al.*, 2012).

Descrição: Carapaça subtriangular a suboval em vista lateral, com maior altura na região mediana e maior comprimento na região ventromediana. Margem dorsal levemente convexa, com pequena saliência próxima à margem ântero-dorsal; linha de charneira sub-retilínea; ângulo cardinal posterior visível apenas na valva direita. Margem ventral quase reta. Extremidade anterior arredondada; extremidade posterior ligeiramente infracurvada. Superfície externa lisa.

Holótipo: Inicialmente guardado no Instituto Federal de Geociências e Recursos Naturais (BGR) em Hannover, Alemanha, sob a designação BfB no. 7798 (Krömmelbein & Weber, 1971); atualmente, alojado no Museu Senckenberg, Frankfurt am Main, Alemanha.

Localidade-Tipo: Amostra de superfície, Estância Saco do Salitre, Distrito de Rancharia, Município de Araripina, Estado de Pernambuco, NE-Brasil (Krömmelbein & Weber, 1971).

Horizonte-Tipo: Bacia do Araripe, Formação Santana, Aptiano (Krömmelbein & Weber, 1971).

Localidade: Poço 1-UN-32-PI, Município de Duque Bacelar, Estado do Maranhão, NE-Brasil, coordenadas geográficas 04°04'55" S, 43°03'15" W.

Material: 5 espécimes.

Ocorrência: 92,00 m (Poço 1-UN-32-PI, Formação Codó).

Espécimes figurados: LM-19/046F, LM-19/046G e LM-19/046H. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: A: comprimento 882 µm, altura 632 µm; B: comprimento 961 µm, altura 659 µm; C: comprimento 984 µm, largura 575 µm.

Discussão: *Harbinia salitrensis* foi redescrita por Antonietto *et al.*, 2012, devido à falta de figuração detalhada na obra original de Krömmelbein & Weber (1971) e uma descrição incompleta e possivelmente imprecisa, considerando que o holótipo foi deformado por processos diagenéticos. Um único espécime A-1 coberto com pirita apresentou uma superfície externa levemente arredondada e estriada, provavelmente também devido à diagênese. Como os espécimes identificados como *Pattersoncypris angulata salitrensis* em Bate (1999) foram insuficientemente ilustrados, eles não puderam ser revisados adequadamente. Antonietto *et al.*, 2012, portanto, relatam que esta ocorrência é considerada duvidosa. Os resultados foram semelhantes aos de Bate (1972) e Smith (2000) para *H. micropapillosa* (Bate, 1972). Segundo Tomé *et al.*, (2014), a carapaça inflada, típica da espécie, pode ser um indicativo de um ambiente marinho restrito.

Distribuição geográfica e estratigráfica: possivelmente no Aptiano de bacias do Congo, Gabão e Angola (Bate, 1999). Brasil: Bacia do Araripe, Formação Santana, Aptiano (Krömmelbein & Weber, 1971); Membro Romualdo, Formação Santana (Antonietto *et al.*, 2012; Tomé *et al.*, 2014). Bacias de Santos, Campos e Espírito Santo (Piovesan *et al.*, 2013). Bacia Sanfranciscana, Formação Quiricó (Leite, 2017). Bacia

de São Luís-Grajaú, Formação Codó (Ramos *et al.*, 2006). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Barros *et al.*, 2022). Este presente trabalho.

Harbinia sinuata (Krömmelbein and Weber, 1971)

Estampa 2; D-E

1971 *Hourcqia angulata sinuata*: Krömmelbein & Weber, pl. 6, fig. 24a–24c.

?1990 *Hourcqia angulata* ssp.: Silva-Telles Jr. & Viana, pl. 3, fig. 4.

1991 *Hourcqia angulata sinuata* Krömmelbein and Weber; Andreu-Boussut, pl. 1, figs. 4–9.

2006 *Harbinia sinuata* (Krömmelbein and Weber); Ramos *et al.*, p. 343, fig. 4I–4L.

2008 *Harbinia sinuata* (Krömmelbein and Weber); Do Carmo *et al.*, p. 795, fig. 6.10.

2012a *Pattersoncypris sinuata* (Krömmelbein and Weber); Poropat & Colin, p. 714, fig. 4.2.

2013 *Harbinia sinuata* Do Carmo *et al.*, p.96, fig. 4.1–4.27.

2022 *Harbinia sinuata* Barros *et al.*, p. 5, fig. 3, K.

Diagnose original: A carapaça é sub-ovalada em vista lateral, com corcova dorsal bem desenvolvida e concavidade distinta na margem ântero-dorsal. A superfície externa é lisa (emend. Do Carmo *et al.*, 2013).

Descrição: Carapaça grande e sub-ovalada em vista lateral. Altura máxima aproximadamente central. Comprimento máximo a meia altura. Margem dorsal com corcova bem desenvolvida e pequena. Linha da charneira sub-retilínea mergulhando obliquamente para a extremidade posterior. Margem ventral ligeiramente côncava medialmente. Margem anterior grande e arredondada assimetricamente. Margem posterior relativamente pequena e estreitamente arredondada. Superfície externa lisa.

Holótipo: 1C, pl. 6, fig. 24a–24c; BfB, tipo N°7796.

Localidade-Tipo: Poço PIA-4-AL, amostra de calha, profundidade entre 930-960m, Alagoas, Brasil.

Horizonte-Tipo: Bacia de Sergipe-Alagoas, Série Pós-Bahia, camadas Riachuelo em fácies marginal não-marinha (Krömmelbein & Weber, 1971).

Localidade: Poço 1-UN-32-PI, Município de Duque Bacelar, Estado do Maranhão, NE-Brasil, coordenadas geográficas 04°04'55" S, 43°03'15" W.

Material: 1.062 espécimes.

Ocorrência: 86,00 m, 87,00 m, 88,00 m, 92,00 m, 94,00 m, 95,00 m, 96,00 m, 97,00 m, 98,00 m (Poço 1-UN-32-PI, Formação Codó).

Espécimes figurados: LM-19/052C e LM-19/041A. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: D: comprimento 474 µm, altura 292 µm; E: comprimento 667 µm, largura 441 µm.

Discussão: As dimensões do holótipo de *Harbinia sinuata* designada por Krömmelbein & Weber (1971) é claramente um adulto, dada a faixa de comprimento adulto entre 0,69 e 0,78 mm. *Harbinia sinuata* (Krömmelbein & Weber, 1971) é muito semelhante a *H. micropapillosa*, diferenciando-se desta por apresentar a corcova dorsomediana menos acentuada, margem anterior quase reta, região dorsoposterior mais inclinada, além de apresentar a região ventral levemente côncava na região mediana.

Distribuição geográfica e estratigráfica: Brasil: Bacia de Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo (Krömmelbein & Weber, 1971), intervalo considerado Aptiano (Feijó, 1994; Koutsoukos *et al.*, 1991). Bacia do Araripe, Membro Romualdo, Formação Santana (Silva-Telles & Viana, 1990), intervalo considerado Aptiano-Albiano (Regali, 1990; Coimbra *et al.*, 2002). Bacia Potiguar, Formação Alagamar, Aptiano médio-superior (Do Carmo *et al.*, 2013). Bacia do São Luís-Grajaú, Formação Codó (Ramos *et al.*, 2006). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Barros *et al.*, 2022).

Harbinia symmetrica (Krömmelbein & Weber, 1971)

Estampa 2; F-G

- 1971 *Hourcquia angulata symmetrica* Krömmelbein & Weber: 81, est. 6, fig. 25a-c.
- 1990 *Hourcquia?* sp. 2: Silva-Telles & Viana, 318-321, est. 2, fig. 8.
- 1990 *Hourcquia angulata symmetrica* (Krömmelbein & Weber, 1971): Silva-Telles & Viana, 318-321, ests. 1 e 3, fig. 8.
- 1990 *Cultella* sp.1 e sp.2: Depèche *et al.*, 305-308, pl. 2, fig. 1-3.
- 1990 *Cultella* sp. Depèche *et al.*, 307-308, pl. 3, fig. 19.
- 2002 *Pattersonocypris angulata symmetrica* (Krömmelbein & Weber): Coimbra *et al.*, 691, fig.4, 30.
- 2006 *Harbinia* aff. *H. symmetrica*: Ramos *et al.*, p. 344, figs. 4M-P.
- 2008 *Harbinia symmetrica* (Krömmelbein & Weber, 1971): Do Carmo *et al.*, p. 796.
- 2010 *Harbinia symmetrica* Antonietto, p.25, Fig. 13, 1-8.
- 2012a *Kroemmelbeincypris symmetrica* (Krömmelbein & Weber, 1971): Poropat & Colin, p. 715.
- 2013 *Kroemmelbeincypris symmetrica?* Piovesan *et al.*, p. 244, fig.4,1.
- 2017 *Harbinia symmetrica* Leite, p.23, fig. 9: 7-9.
- 2022 *Harbinia symmetrica*: Barros *et al.*, p. 5, fig. 3, L.

Diagnose: Carapaça grande (comprimento da carapaça em torno de 1,00 mm). Altura mais alta na região mediana. Margem dorsal com caimento igual para extremidades anteriores e posteriores. Sem ornamentação visível (Krömmelbein & Weber, 1971).

Descrição: Carapaça subtriangular em vista lateral, com maior altura na região anteromediana e maior comprimento ao longo da região ventromediana. Margem dorsal levemente côncava, com corcova pouco pronunciada na região mediana. Linha de charneira retilínea. Ângulo cardinal traseiro arredondado nas valvas esquerda e direita, mas quase imperceptível no início. Margem ventral subretilínea. Extremidades dianteiras e traseiras largamente arredondadas. Sem ornamentação visível.

Localidade-Tipo: Poço VGST-1-MA, amostra de profundidade 384 m, estado do Maranhão, Brasil (Krömmelbein & Weber, 1971).

Horizonte-Tipo: Formação Codó, Bacia do Maranhão, Aptiano (Krömmelbein & Weber, 1971).

Localidade: Poço 1-UN-32-PI, Município de Duque Bacelar, Estado do Maranhão, NE-Brasil, coordenadas geográficas 04°04'55" S, 43°03'15" W.

Material: 675 espécimes.

Ocorrência: 86,00 m, 88,00 m, 90,00 m, 92,00 m, 97,00 m, 98,00 m, 107,40 m, 127,50 m (Poço 1-UN-32-PI, Formação Codó).

Espécimes figurados: LM-19/046I e LM-19/057A. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: F: comprimento 944 µm, altura 631 µm; G: comprimento 820 µm, altura 496 µm.

Discussão: Poropat & Colin (2012a) posicionam esta espécie em *Kroemmelbeincypris* devido a diferenças no contorno da carapaça, mas Tomé *et al.* (2014) invalida esse gênero, justificando essa diferença de contorno como variações intraespecíficas devido ao polimorfismo, causado por variações no ambiente. Além disso, como mencionado acima, o gênero *Kroemmelbeincypris* foi criado com base na extremidade posterior inclinada, diferentemente de *Harbinia*, mas essa característica não está presente em *Harbinia symmetrica*, e várias características descritas para *Kroemmelbeincypris* também foram descritas para *Harbinia*.

Distribuição geográfica e estratigráfica: Bacia do Congo, Formação Gamba; Bacia do Congo e Cabinda, Formação Chela (Grosdidier *et al.*, 1996; Bate, 1999). Brasil: Bacia do Araripe, Formação Rio da Batateira, e Membros Crato, Ipubi e Romualdo, Formação Santana, Aptiano (Coimbra *et al.*, 2002); Membro Romualdo, Formação Santana, Aptiano superior-Albiano inferior (Antonietto *et al.*, 2012; Tomé *et al.*, 2014). Bacia Sanfranciscana, Formação Quiricó, Aptiano (Leite, 2017). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Krömmelbein & Weber, 1971; Ramos *et al.*, 2006; Barros *et al.*, 2022). Este presente trabalho.

Família **CANDONIDAE** Kaufmann, 1900

Gênero ***Damonella*** Anderson, 1966

Damonella grandiensis Tomé *et al.*, 2014

Estampa 2; H-I

- 1984 Ostracode 207, Brito *et al.*, est. s/n, figs 1-3;
 1990 Ostracodes indéterminés, Depeche *et al.*, p. 303, pl. 1, figs. 3-4.
 1996 *Mantelliana?* sp., Colin *et al.*, p. 368, plate III, fig. 1;
 1999 Ostracode 207, Neumann, p. 93, fotos 2 e 4;
 2002 Ostracode 207, Coimbra *et al.*, plate IV, fig. 31;
 2006 *Candona* sp., Ramos *et al.*, p. 344, fig. 4, Z e Z”;
 2010 *Damonella* sp., Tomé & Lima Filho, plate 02, figs. A e C;
 2011 *Damonella* nov. sp., Tomé, estampa 3, fig. A-F.
 2013 *Candona?* sp., Do Carmo *et al.*, p. 95 e 103, fig. 5, n. 12 e 14;
 2018 *Candona?* sp., Do Carmo *et al.*, p. 273, fig. 8, n. 10.
 2014 *Damonella grandiensis* Tomé *et al.*, p. 165, fig. 10, A e F;
 2022 *Damonella grandiensis* Barros *et al.*, p. 7, fig. 4, B e C.

Diagnose: Carapaça dimórfica com formato subtriangular na vista lateral com altura máxima da valva na região medial (masculina) ou anteromedial (feminina). Valva direita maior que a esquerda, apresentando pequena sobreposição na margem póstero-ventral e em toda a margem ventral (Tomé *et al.*, 2014).

Descrição: Carapaça com formato subtriangular elipsóide na vista lateral. Margem ventral retilínea ou levemente côncava. Margem dorsal arqueada, coincidindo com a maior altura da valva, mas com inclinação acentuada em direção à margem posterior. Margem anterior e margem posterior arredondadas. Maior comprimento mediana da valva. Maior altura da valva postero-mediana a mediana. Superfície lisa.

Holótipo: Carapaça adulta de ambos os sexos, nº DG-CTG-UFPE-1158 (fêmea) (Fig. 10, A e C) e nº DG-CTG-UFPE-1157 (macho) (Fig. 10, D e F).

Localidade-Tipo: Brasil, estado de Pernambuco, município de Missão Velha, encosta leste da Serra do Mãozinha. Coordenadas UTM 490310E / 9186360N, zona 24M, datum Córrego Alegre.

Horizonte-tipo: Poço 1-PS-07-CE, Bacia do Araripe. Marga cinza correspondente a Formação Crato, profundidade 25,40 m, datado como Aptiano superior.

Localidade: Poço 1-UN-32-PI, Município de Duque Bacelar, Estado do Maranhão, NE-Brasil, coordenadas geográficas 04°04'55" S, 43°03'15" W.

Material: 12.786 espécimes.

Ocorrência: 107,40 m, 127,50 m, 128,50 m (Poço 1-UN-32-PI, Formação Codó).

Espécimes figurados: LM-19/057B e LM-19/057C. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: H: comprimento 441 µm, altura 256 µm; I: comprimento 428 µm, altura 244 µm.

Discussão: Os espécimes associados ao gênero *Damonella*, especialmente *Damonella grandiensis*, assim como as espécies-tipo deste gênero, são abundantes e compõem a fauna monoespecífica típica de depósitos de fase de transição (Anderson, 1985). É considerada um importante fóssil-guia para determinar os depósitos correspondentes ao Aptiano, no entanto, não possuía uma descrição formal devido a incertezas taxonômicas e era referida como Ostracode nº 207 (Brito *et al.*, 1984). Tomé *et al.* (2014) compararam as semelhanças entre a referida espécie e o Ostracode 207 da coleção Krömmelbein, que é mantida no Instituto de Pesquisa do Museu Senckenberg em Frankfurt, e concluíram que os espécimes possuíam a mesma forma e são considerados monoespecíficos. Ramos *et al.* (2006) e Do Carmo *et al.* (2013) tentaram incluir esta espécie no gênero *Candona* Baird, 1845, mas a descrição formal deste gênero é baseada em tecidos moles, o que dificulta um estudo comparativo baseado na carapaça fóssil. Além disso, *Candona* possui uma forma muito variável, o que impossibilita a identificação do gênero com base apenas na forma. A referida espécie está incluída no gênero *Damonella* Anderson, 1966 por apresentar as mesmas características morfológicas, destacando-se a carapaça oval na vista lateral, inclinação distinta na margem póstero-dorsal, superfície lisa e valva esquerda maior que a valva direita, com sobreposição na margem ventral.

Distribuição geográfica e estratigráfica: África (provável): Bacia d'Hama-Koussou, Cretáceo Inferior (Aptiano). Brasil: Bacia do Araripe, Formação Crato, Aptiano (Neumann, 1999). Bacia de Grajaú, Formação Codó, Neoaptiano (Ramos *et al.*, 2006). Bacia de Cedro, Formação Crato, Aptiano superior (Tomé, 2007, 2011; Tomé & Lima Filho, 2010). Bacia Potiguar, Formação Alagamar, Aptiano (Do Carmo *et al.*, 2013). Bacia de Sergipe-Alagoas, ocorrência identificada por Krömmelbein, mas sem descrição (Krömmelbein & Weber, 1971). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Barros *et al.*, 2022). Este presente trabalho.

Subfamília **PARACYPRIDINAE** Sars, 1923

Tribo **THALASSOCYPRIDINI** Hartmann and Puri, 1974

Gênero ***Paracypria*** Sars, 1910

Paracypria? elongata Do Carmo *et al.*, 2013

Estampa 2; J-L

2013 *Paracypria? elongata* Do Carmo *et al.*, p. 98, fig. 5.6–5.8.

2018 *Paracypria? elongata* Do Carmo *et al.*, p. 273, fig. 8, nº 8.

Diagnose: A carapaça é grande e alongada em vista lateral. A altura máxima ocorre no meio do comprimento. O comprimento máximo ocorre ao longo da margem ventral. A valva esquerda sobrepõe-se visivelmente à direita ventralmente e posteriormente. A superfície é lisa. (Do Carmo *et al.*, 2013).

Descrição: Carapaça alongada em vista lateral. Altura máxima levemente antero-mediana. Comprimento máximo ao longo da margem ventral. Valva esquerda suavemente maior que a direita; sobreposição definida ventralmente e posteriormente. Margem dorsal arqueada. Margem ventral sub-retilínea. A extremidade anterior é mais alta que a posterior e estreitamente arredondada, com a extremidade posterior um pouco afilada. Superfície externa lisa. Subelíptico em vista dorsal. Largura máxima aproximadamente no meio do comprimento. Dimorfismo sexual não observado.

Holótipo: Holótipo, carapaça adulta MP-O-1600, comprimento 0,93 mm, altura 0,43 mm, largura 0,29 mm. Parátipos, uma carapaça adulta ou A-1, MP-O-1601, comprimento 0,91 mm, altura 0,41 mm, largura 0,34 mm (Do Carmo *et al.*, 2013).

Localidade-Tipo: Brasil, Rio Grande do Norte, poço RN-7, profundidade de 788 m.

Horizonte-Tipo: Formação Alagamar, Bacia Potiguar, Aptiano médio superior.

Localidade: Poço 1-UN-32-PI, Município de Duque Bacelar, Estado do Maranhão, NE-Brasil, coordenadas geográficas 04°04'55" S, 43°03'15" W.

Material: 160 espécimes.

Ocorrência: 107,40 m (Poço 1-UN-32-PI, Formação Codó).

Espécimes figurados: LM-19/057D, LM-19/057E e LM-19/057F. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: J: comprimento 401 µm, altura 185 µm; K: comprimento 339 µm, altura 172 µm; L: comprimento 589 µm, largura 210 µm;

Discussão: A validade de *Paracypria* Sars, 1910) tem sido discutida pelo menos desde Rome (1962). Porém algumas espécies foram atribuídas a este gênero durante a década de 2000. Harding (1962) propôs uma nova descrição para *Paracypria* e considerou *Dolerocypria* Tressler, 1937, *Thalassocypris* Hartmann, 1955, e *Thalassocypria* Hartmann, 1957 como sinônimos juniores. Maddocks (1992) observou que a Tribo Thalassocypridini é taxonomicamente problemática devido à dificuldade de estabelecer características diagnósticas que permitam uma distinção genérica clara. No entanto, este gênero foi identificado como *Paracypria* por Do Carmo *et al.* (2013), devido a seu contorno, tamanho, padrão de sobreposição e superfície lateral lisa.

Distribuição geográfica e estratigráfica: Brasil: Formação Alagamar, Bacia Potiguar, Aptiano médio superior (Do Carmo *et al.*, 2013, 2018). No presente trabalho.

5.2 Bioestratigrafia

Com base nos resultados taxonômicos, foi elaborada uma carta de distribuição estratigráfica para a seção analisada, contendo os diferentes grupos de microfósseis recuperados ao longo da seção (Figura 10). A análise, com base no zoneamento bioestratigráfico proposto por Do Carmo *et al.* (2008), permitiu compartimentá-la em dois intervalos, descritos a seguir, da base para o topo.

O intervalo inferior, entre as profundidades 155,00 - 129,50 metros, é caracterizado por uma baixa recuperação e má preservação de ostracodes. Além disso, são encontrados *Microcarpolithes hexagonalis* Vangerow, 1954 (coprólitos de térmitas) e foraminíferos.

O intervalo superior, entre as profundidades 129,50 - 86,00 metros, apresenta uma alta recuperação de ostracodes não-marinhos, dominada pelo gênero *Harbinia*. No entanto, outros táxons de ostracodes também são encontrados neste intervalo, por exemplo, espécies do gênero *Damonella* e *Paracypria*?. Além da ostracofauna, a associação fossilífera é composta por gastrópodes, bivalves, *Microcarpolithes hexagonalis* e fragmentos de peixes (Anexos - Estampas 1 a 4).

5.3 Interpretação paleoambiental

Cinco intervalos paleoambientais foram caracterizados (I1, I2, I3, I4, I5) com base na análise da abundância, riqueza específica e estado de preservação dos ostracodes, e presença de outros grupos fósseis. Estes intervalos serão descritos a seguir, da base para o topo (Figura 10).

O intervalo I1 corresponde a vinte e uma amostras entre as profundidades 155,00 – 133,50 metros. É caracterizado por uma recuperação muito baixa de ostracodes e carapaças recuperadas com preservação muito ruim. O índice de riqueza específica é 0. Além disso, este intervalo apresenta uma abundância do icnofóssil *Microcarpolithes hexagonalis* (Estampa 3, A-D). Esses fatores sugerem um ambiente desfavorável para o desenvolvimento de uma fauna de ostracodes.

O intervalo I2 foi determinado entre as profundidades 133,50 – 127,50 metros, com seis amostras. Os ostracodes recuperados consistem em espécimes dos gêneros *Harbinia* e *Damonella*. O índice de riqueza específica varia entre 0 e 4. Nas amostras inferiores (132,50 m, 131,50 m e 130,50 m), há presença de foraminíferos bentônicos (Estampa 3, E-G). A amostra 127,50 m, última do I2, consiste em um nível de ostracodito (Figura 10 – A). *Microcarpolithes hexagonalis* se torna quase escasso. Tais características apresentadas indicam condições favoráveis para o desenvolvimento da associação de ostracodes, até um episódio final de mortandade em massa registrada no nível de ostracodito (127,50 m).

O trecho da seção entre as profundidades 127,50 m e 112,00 m (intervalo que inclui o nível de evaporitos) não foi interpretado por falta de amostragem. Não foram coletadas amostras nesse intervalo devido aos fatores explicados no capítulo de metodologia.

O intervalo I3 corresponde às profundidades 112,00 – 106,25 metros, com sete amostras. A assembleia de ostracodes é abundante e composta por espécimes dos gêneros *Damonella*, *Harbinia* e *Paracypria?*. Possui índice de riqueza específica variando entre 2 e 5. *Microcarpolithes hexagonalis* é escasso. A amostra 107,40 m se destaca pela abundância de moldes internos recristalizados de *Damonella* e espécimes de *Paracypria?*. A amostra 108,65 é caracterizada pela abundância de

moldes internos de carapaças desarticuladas. Os fatores mencionados indicam um ambiente favorável para o desenvolvimento de ostracodes.

O intervalo I4, correspondente às profundidades 106,25 – 94,00 metros, abrange oito amostras. A assembleia de ostracodes é caracterizada pela dominância total do gênero *Harbinia* e uma alta abundância de espécimes. O índice de riqueza específica varia entre 1 e 6. Em relação a preservação, predominam os moldes internos das carapaças desarticuladas. Há níveis com abundância de *Microcarpolithes hexagonalis* (amostras 104,90 m e 95,00 m). As condições ambientais desse intervalo mostram-se favoráveis apenas a espécies do gênero *Harbinia*.

O intervalo I5, correspondente às profundidades 94,00 – 86,00 metros, engloba oito amostras. A assembleia de ostracodes é composta completamente por espécies do gênero *Harbinia*. O índice de riqueza específica varia entre 1 e 7. A preservação das carapaças é boa. Nesse intervalo, a abundância da ostracofauna é muito baixa. Há presença de gastrópodes marinhos, com representantes das famílias Naticidae e Cassiopidae (gênero *Gymnetome*) (Estampa 3, H-K). *Microcarpolithes hexagonalis* são abundantes. Também são encontrados bivalves e fragmentos de peixes (Estampa 4, A-E). Os fatores apresentados indicam um ambiente desfavorável para os ostracodes do gênero *Harbinia*.

6 DISCUSSÕES

6.1 Bioestratigrafia

A aplicação do arcabouço bioestratigráfico de Do Carmo *et al.* (2008) permitiu dividir a seção em dois intervalos bioestratigráficos. A partir do reconhecimento de desses dois intervalos (inferior e superior), é possível correlacionar o presente estudo com outros trabalhos realizados anteriormente e sugerir algumas conclusões possíveis.

No intervalo inferior (155,00 - 129,50 metros), a ausência de fósseis-índice e a má preservação observada na associação fossilífera recuperada não permitiu uma atribuição segura a uma biozona. No entanto, outros autores que estudaram o poço 1-UN-32-PI atribuem à Formação Codó uma Idade Alagoas (Mendes, 2007; Bastos *et al.*, 2022). Assim, é possível inferir para o intervalo inferior uma idade Alagoas, embora a má preservação dos raros espécimes de ostracodes encontrados não permitam assegurar essa interpretação (Figura 10).

No intervalo superior (129,50 - 86,00 metros), a ocorrência de ostracodes do gênero *Harbinia*, especificamente as espécies *H. micropapillosa*, *H. angulata*, *H. sinuata*, *H. salitrensis* e *H. symmetrica* permitiu reconhecer a Biozona *Harbinia* spp. 201-218, possibilitando a inferência de Idade Alagoas para o intervalo superior (Do Carmo *et al.*, 2008).

Neste mesmo intervalo, é registrada a ocorrência da espécie *Damonella grandiensis*, especificamente nas profundidades 127,50 metros e 107,40 metros. Tomé *et al.* (2014), estudando material das bacias do Araripe e Jatobá, encontram esse táxon, em associação com espécies do gênero *Pattersonocypris* (no presente trabalho, considerado sinônimo júnior de *Harbinia*, de acordo com a proposta de Do Carmo *et al.*, 2008) e concluem que *Damonella grandiensis* trata-se de um fóssil-índice do Andar local Alagoas.

Sendo assim, o intervalo superior delimitado no presente trabalho é de Idade Alagoas.

6.2 Interpretação paleoambiental

Diversos estudos apontam os ostracodes como importantes indicadores de paleocondições ambientais, em sedimentos acumulados em quase todos os ambientes aquáticos. A informação pode ser revelada a partir da composição da assembleia de ostracodes, das características de uma espécie particular, ou da morfologia e composição de uma concha ou carapaça individual (De Deckker *et al.*, 1988).

No presente trabalho, a partir do estudo de amostras de uma seção da Formação Codó (Bacia do Parnaíba), obtidas do testemunho de sondagem do poço 1-UN-32-PI, cinco intervalos paleoambientais foram caracterizados (I1, I2, I3, I4 e I5) por meio da integração de fatores como: taxonomia, riqueza específica, abundância, preservação de ostracodes e ocorrência de outros grupos fósseis.

O índice de riqueza específica, que consiste na quantidade de táxons diferentes encontrados em cada amostra, foi um dos fatores utilizados na identificação e diferenciação dos intervalos.

Nos cinco intervalos, esse índice se manteve baixo. O intervalo mais diverso é o Intervalo I3, com representantes de três gêneros de ostracodes (*Harbinia*, *Damonella* e *Paracypria*?). Em outros intervalos, há ausência de ostracodes (Intervalo I1) ou dominância de um único gênero (gênero *Harbinia*, Intervalo I4 e Intervalo I5). A baixa diversidade e alta dominância de ostracodes tem sido interpretadas como características de ambientes hipersalinos ou mixohalinos (Piovesan *et al.*, 2014; Barros *et al.*, 2022).

A partir dos resultados obtidos e a contextualização com outros estudos realizados, discute-se a seguir os intervalos paleoambientais descritos.

6.2.1 Intervalo I1

O intervalo I1 (155,00 m – 133,50 m), caracterizado pela baixíssima recuperação de ostracodes e má preservação das carapaças, representa um ambiente desfavorável para o desenvolvimento de uma fauna de ostracodes (Figura 10).

Mendes (2007), a partir de uma análise sedimentológicas do poço 1-UN-32-PI, definiu sete sucessões de fácies para a Formação Codó. A sucessão de fácies 2 (SF2), posicionada entre as profundidades 157,50 m e 137,00 m, foi interpretada pelo autor como uma alternância de fácies terrígenas e químicas, depositadas em sistema lacustre hipersalino raso, com elevada taxa de evaporação (Mendes, 2007) (Figura 11).

Neves (2007), analisando amostras do poço 1-UN-32-PI no intervalo abaixo da camada de gipsita (165,50 m – 128,65 m), com base em dados organofaciológicos e organogeoquímicos, interpreta como um paleoambiente fluvial evoluindo para um ambiente lacustre marginal hipersalino, (Neves, 2007).

Bastos *et al.* (2022), estudando a seção correspondente à Formação Codó no poço 1-UN-32-PI com base em geoquímica orgânica, detalhou a evolução paleoambiental da seção em cinco estágios. O Estágio A, entre as profundidades 136,60 m e 127,60 m, foi caracterizado pelo autor como um ambiente restrito hipersalino subóxico, com coluna d'água estratificada por densidade e salinidade (Bastos *et al.*, 2022).

Portanto, o ambiente hipersalino interpretado para essa seção pelos estudos citados pode ser a causa do pobre desenvolvimento de uma fauna de ostracodes no intervalo I1. Os ostracodes que habitavam a região na época de deposição da Formação Codó são classificados como não-marinhos ou límnicos, habitando um espectro geral de salinidade que varia de águas doces a salobras, com apenas algumas espécies suportando e adaptando-se às ingressões marinhas que vieram a ocorrer (Do Carmo *et al.*, 2018; Melo *et al.*, 2020; Barros *et al.*, 2022). Para efeito de comparação, a salinidade média da água do mar atualmente é de 35 partes por mil (‰). A hipersalinidade da água ocorre quando há uma concentração de sais maior que 40 ‰ (Figura 7).

A presença abundante do icnofóssil *Microcarpolithes hexagonalis* Vangerow, 1954 é uma característica importante do Intervalo I1. Entretanto, as implicações paleoambientais dessa ocorrência não são conclusivas. Por se tratarem de coprólitos de térmitas, podem estar relacionados a pedaços de madeira em decomposição que seriam transportados por fluxos episódicos ao corpo d'água hipersalino restrito e ali depositados e degradados (Colin *et al.*, 2011).

Devido à característica faciológica das rochas que compõem o intervalo I1, conforme descritas por Mendes (2007), existe a possibilidade de que fatores diagenéticos possam afetar a preservação de possíveis organismos que habitassem esse ambiente. No entanto, essa hipótese carece de maior embasamento e não será aprofundada no presente trabalho.

Com base nos resultados das técnicas aplicadas na mesma seção, citadas acima, e na integração com os dados baseados em microfósseis obtidos no presente trabalho, o intervalo I1 pode ser caracterizado como um ambiente lacustre hipersalino restrito (suportado pela ausência de ostracofauna), com entrada de fluxos episódicos que carregavam lenhos em decomposição (ocorrência de coprólitos de térmitas).

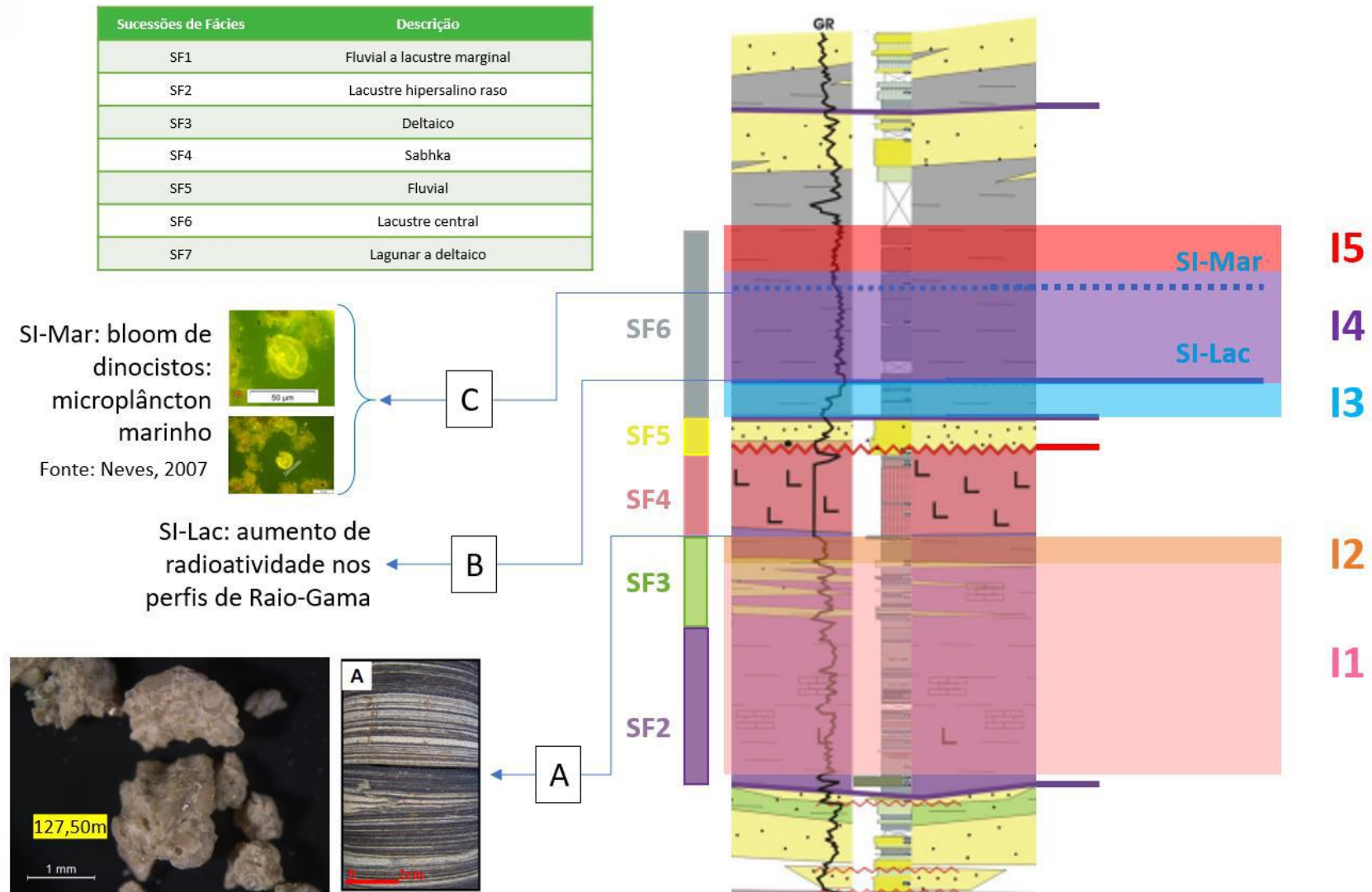


Figura 11 - Correlação dos intervalos paleoambientais com a análise faciológica de Mendes (2007).

6.2.2 Intervalo I2

O intervalo I2 (133,50 m – 127,50 m), caracterizado pela ocorrência de ostracodes dos gêneros *Damonella* e *Harbinia*, representa um ambiente com condições favoráveis para o desenvolvimento da associação de ostracodes, até um episódio final de mortandade em massa registrada por um nível de ostracodito (Figura 10).

A assembleia de ostracodes recuperada consiste em espécimes não especificados do gênero *Harbinia* e *Damonella*, além das espécies *Harbinia alta* e *Damonella grandiensis*. *Harbinia alta* e *Damonella grandiensis* são consideradas espécies eurihalinas de água doce, podendo penetrar extensivamente em ambientes transicionais salobros (Do Carmo *et al.*, 1999, 2004, 2018; Barros *et al.*, 2022).

Nas amostras da base do intervalo I2 (132,50 m, 131,50 m e 130,50 m), a presença de foraminíferos bentônicos indica uma influência marinha (Saidova, 1967; Nieto *et al.*, 2018; Barros *et al.*, 2022).

Bastos *et al.* (2022) reconhece, a partir da profundidade 127,60 m, o estabelecimento de um ambiente fortemente evaporativo, causado pelo aumento da influência marinha. Os autores apontam indícios de zooplâncton marinho e/ou grupos de algas marinhas. As ingressões marinhas teriam descarregado sulfatos no ambiente deposicional da Formação Codó, acarretando um desequilíbrio ecológico e a precipitação de sais evaporíticos (camada de gipsita/anidrita) (Bastos *et al.*, 2022).

Esse desequilíbrio ecológico é percebido no intervalo I2 pelo nível de ostracodito (*grainstone*), na profundidade 127,50 m. A assembleia recuperada nesse nível é composta principalmente por ostracodes juvenis com carapaças articuladas. Mendes (2007) descreve nesse ponto da seção a fácies Rt, que corresponde a um ritmito que alterna lâminas de folhelho rico em matéria orgânica e carbonatos *grainstone* ostracodais (Figura 11 – A). Boomer *et al.* (2003) classifica esse tipo de assembleia fóssil (ostracodito composto por carapaças articuladas juvenis) como uma tanatocenose interrompida, gerada pela mortandade em massa causada por uma catástrofe ambiental (anoxia ou alterações de salinidade) (Boomer *et al.*, 2003).

Dessa forma, pode-se inferir que o intervalo I2 registra um ambiente transicional de águas salobras, marcado por uma influência marinha na base pela ocorrência de

foraminíferos, estabelecimento de uma fauna de ostracodes eurihalinos de água doce (*Harbinia alta* e *Damonella grandiensis*) e evento de mortandade em massa no topo do intervalo, causado por um desequilíbrio ecológico.

A transição do ambiente hipersalino do intervalo I1 para um ambiente de águas salobras do intervalo I2 pode ter ocorrido devido às ingressões marinhas, registradas pela ocorrência de foraminíferos nas primeiras amostras do intervalo I2, estabelecendo um ambiente transicional que permitiu o desenvolvimento da fauna de ostracodes. Posteriormente, o aumento da restrição ambiental e, conseqüentemente, da concentração de sais e diminuição da lâmina d'água, causou um evento de mortandade em massa, marcado pelo nível de ostracodito no topo do intervalo I2 (profundidade 127,50 m).

6.2.3 Intervalo não-amostrado

A sucessão sedimentar entre as profundidades 127,50 m e 112,00 m não foi interpretada com base em ostracodes, por falta de amostragem no presente trabalho (Figura 10).

Mendes (2007) descreve nesse intervalo duas sucessões de fácies: sucessão de fácies 4 (SF4, 127,50 m – 117,00 m) e sucessão de fácies 5 (SF5, 117,00 m – 112,00 m). A SF4 é interpretada como ambiente evaporítico, correspondente a um sistema lacustre efêmero de *sabhka* continental. A SF5 corresponde a depósitos areníticos, associados a um sistema fluvial que se estabeleceu sobre a planície de *sabhka* após eventos de instabilidade tectônica (Figura 11) (Mendes, 2007).

6.2.4 Intervalo I3

O intervalo I3 (112,00 m – 106,25 m), caracterizado pela abundância de ostracodes dos gêneros *Harbinia*, *Damonella* e *Paracypria?*, indica um ambiente favorável para o desenvolvimento de ostracodes (Figura 10).

A assembleia de ostracodes do intervalo I3 consiste em espécimes não especificados dos gêneros *Harbinia* e *Damonella*, além das espécies *Harbinia micropapillosa*, *Harbinia symmetrica*, *Damonella grandiensis* e *Paracypria? elongata*.

H. micropapillosa e *H. symmetrica* são consideradas espécies que indicam ambientes mixohalinos a hipersalinos (Tomé, 2011; Tomé *et al.*, 2014; Barros *et al.*, 2022). *Damonella grandiensis* é uma espécie eurihalina de água doce, penetrando extensivamente ambientes transicionais salobros (Do Carmo *et al.*, 1999, 2004, 2018; Barros *et al.*, 2022). *Paracypria? elongata* é considerada uma espécie estenohalina de águas salobras, ou seja, habita apenas esse intervalo de salinidade mista, não suportando variações para águas doces ou hipersalinas (Do Carmo *et al.*, 2013, 2018).

Mendes (2007) descreve, entre as profundidade 112,00 m e 86,00 m, a sucessão de fácies 6 (SF6), interpretada pelo autor como uma sucessão de folhelhos depositados em ambiente lacustre central. O autor interpreta que esse sistema lacustre teria evoluído a partir do sistema fluvial entrelaçado registrado pela sucessão de fácies 5 (SF5), que se instalou sobre o ambiente de *sabhka* (SF4) após eventos de instabilidade tectônica. Na profundidade 107,00 m, é marcada uma superfície de inundação lacustre (SI-Lac), com base em perfil de raio-gama. Essa SI-Lac registra, segundo o autor, o clímax do sistema lacustre, marcando o ponto de espessura máxima de lâmina d'água (Figura 111 – B) (Mendes, 2007).

Neves (2007) aponta a presença de dinocistos marinhos nos níveis do intervalo I3. Além disso, o autor aponta a presença de um marco estratigráfico referente à máxima anoxia lacustre (MAL) (Neves, 2007).

O intervalo I3, portanto, representa um ambiente lacustre que evoluiu para águas salobras transicionais, devido a uma ingressão marinha. Essas condições se refletem na composição faunística de ostracodes, que consiste em espécies que suportam condições mixohalinas.

6.2.5 Intervalo I4

O intervalo I4 (106,25 m – 94,00 m), caracterizado pela alta abundância e dominância total de ostracodes do gênero *Harbinia*, representa um ambiente com condições favoráveis ao desenvolvimento apenas desse gênero (Figura 10).

A assembleia de ostracodes do intervalo I3 consiste em espécimes não especificados do gênero *Harbinia*, além das espécies *Harbinia alta*, *Harbinia angulata*, *Harbinia crepata*, *Harbinia micropapillosa*, *Harbinia sinuata* e *Harbinia symmetrica*. O

gênero *Harbinia* foi interpretado por Mojon *et al.* (2009) como uma indicação de influência marinha no Aptiano (Cretáceo inferior) não-marinho de Marrocos e registrado por Trabelsi *et al.* (2020) ocorrendo com espécies marinhas rasas no Cretáceo médio da Tunísia. *H. alta* e *H. sinuata* são consideradas espécies eurihalinas de água doce (Do Carmo *et al.*, 2018). *H. crepata* e *H. micropapillosa* já foram encontradas em associação com foraminíferos em diversos estudos e, juntamente com *H. symmetrica*, indicam ambientes mixohalinos a hipersalinos (Tomé, 2011; Tomé *et al.*, 2014; Do Carmo *et al.*, 2018; Melo *et al.*, 2020; Barros *et al.*, 2022). *H. angulata* é descrita como oportunista e tolerante a grandes variações de salinidade (Barros *et al.*, 2022).

Mendes (2007) interpreta o intervalo como lacustre central com base nas características sedimentológicas dos folhelhos e pontua que uma possível influência marinha indicada por outros métodos de análise é imperceptível litofaciologicamente (Figura 11) (Mendes, 2007).

Neves (2007) interpreta a seção correspondente ao intervalo I4 como um ambiente lacustre com crescente influência marinha. Esse aumento de influência marinha é apontado pelo autor com base na ocorrência progressiva de dinocistos marinhos em direção ao topo do intervalo (Neves, 2007).

Bastos *et al.* (2022) atribuem essa seção ao Estágio D, onde há o estabelecimento de uma conexão marinha amplificada, e sugerem que os folhelhos foram depositados sob condições marinhas. Os autores também registram a detecção de biomarcadores terrestres, que implicam aporte de matéria orgânica terrestre em alguns momentos (Bastos *et al.*, 2022).

A dominância total e grande abundância do gênero *Harbinia*, representado por espécies com tolerância a ambientes mixohalinos a hipersalinos, indica que uma transição ambiental ocorreu entre o intervalo I3 e I4. No intervalo I4, os gêneros mixohalinos, como *Damonella* e *Paracypria?*, tornam-se ausentes, indicando um aumento na salinidade geral do ambiente. Esse cenário de salinidade elevada causou um momento de proliferação do gênero mais oportunista (*Harbinia*) e justifica-se pela forte influência marinha apontada pelos estudos supracitados (Neves, 2007; Bastos *et al.*, 2022).

Os níveis com abundância de *Microcarpolithes hexagonalis* (profundidades 104,90 m e 95,00 m) podem ser indícios dos aportes continentais sugeridos por Bastos *et al.* (2022).

O intervalo I4, portanto, mostra condições paleoambientais de águas transicionais que evoluem a partir de uma influência marinha crescente, com aportes episódicos de material continental.

6.2.6 Intervalo I5

O intervalo I5 (94,00 m – 86,00 m), caracterizado pela dominância do gênero *Harbinia*, porém com baixa abundância, indica um ambiente desfavorável para os ostracodes do gênero *Harbinia*. Marca-se também nesse intervalo a abundância de gastrópodes marinhos, das famílias Naticidae e Cassiopidae (Estampa 3, H-K) (Figura 10).

A caracterização do intervalo I5 baseou-se na mudança de característica da assembleia de ostracodes do gênero *Harbinia*. Em relação ao intervalo anterior (I4), a dominância desse gênero se mantém, mas é notável uma diminuição expressiva da abundância.

A assembleia de ostracodes é dominada pelo gênero *Harbinia*, com as espécies *Harbinia alta*, *Harbinia angulata*, *Harbinia micropapillosa*, *Harbinia salitrensis*, *Harbinia sinuata* e *Harbinia symmetrica*. Conforme informado anteriormente, as espécies *H. alta*, *H. angulata*, *H. micropapillosa*, *H. sinuata* e *H. symmetrica* são consideradas espécies oportunistas e suportam grandes variações de salinidade, em águas mixohalinas a hipersalinas (Tomé, 2011; Tomé *et al.*, 2014; Do Carmo *et al.*, 2018; Melo *et al.*, 2020; Barros *et al.*, 2022). A espécie *H. salitrensis* é registrada em associação com dinocistos marinhos na Formação Romualdo (Bacia do Araripe), além de apresentar a carapaça inflada. Essa feição morfológica é apontada como uma adaptação da espécie para habitar ambientes marinhos restritos (Tomé, 2011; Tomé *et al.*, 2014).

Neves (2007) interpreta a seção correspondente ao intervalo I5 como um ambiente lacustre com crescente influência marinha, e identifica um nível que marca

o clímax dessa influência, com um *bloom* de dinocistos marinhos, do gênero *Subtilisphaera* (profundidade 92,60 m, figura 11 - C) (Neves, 2007).

Mendes (2007), citando os resultados palinofaciológicos de Neves (2007), atribui a esse nível com *bloom* de *Subtilisphaera* uma superfície de inundação marinha (SI-Mar). Essa SI-Mar representaria um máximo transgressivo marinho. O autor também registra a ocorrência abundante de gastrópodes de pequeno porte nas profundidades correspondentes ao intervalo I5, pertencentes à família Cassiopidae, gênero *Gymnentome* (Figura 11 - C) (Mendes, 2007).

Bastos *et al.* (2022) posicionam a seção relativa ao intervalo I5 no topo do Estágio D, caracterizado por uma forte influência marinha. Os autores citam a presença abundante de dinoflagelados e a ocorrência de gastrópodes da família Cassiopidae e bivalves. Esses gastrópodes e bivalves tipificarão ingressões marinhas provenientes do Oceano Tétis. Biomarcadores terrestres são interpretados como indícios de aporte continental (Pereira *et al.*, 2016; Barros *et al.*, 2022).

A presença abundante de *Microcarpolithes hexagonalis* em praticamente todas as amostras do intervalo I5 pode ser causada pelos aportes continentais apontados por Bastos *et al.* (2022).

É nesse intervalo da Formação Codó que a influência marinha é mais representativa, levantando a discussão acerca da rota das primeiras ingressões marinhas a partir da ruptura do paleocontinente Gondwana. Antonioli & Arai (2002) apontam que o registro da Ecozona *Subtilisphaera* na Formação Codó reforça a hipótese de que o *seaway* cretáceo no Nordeste do Brasil adentrou o continente via Bacia do Parnaíba. Arai (2014) fundamenta esse modelo paleogeográfico com base na ocorrência de fósseis marinhos nas rochas das bacias interiores do Nordeste do Brasil, inclusive na Formação Codó. Nesse trabalho, o autor reafirma uma origem Tetiana para as primeiras ingressões marinhas, através de um *seaway* vindo do norte, até mesmo antes da deposição dos evaporitos Aptianos (Antonioli & Arai, 2002; Arai, 2009, 2014).

A assembleia de ostracodes dominada por *Harbinia* corrobora com o ambiente fortemente afetado por ingressões marinhas, devido a salinidade acima do suportado por outros grupos. Por outro lado, a diminuição da abundância, quando comparada com o intervalo I4, pode ter sido a consequência desagradável do estabelecimento de

um ambiente mais amplamente dominado por condições marinhas, quando se tornou estressante até mesmo as espécies de *Harbinia*.

Esse estabelecimento das condições marinhas é suportado pelo estabelecimento da fauna de gastrópodes e bivalves marinhos, além do *bloom* do dinocisto marinho *Subtilisphaera* (Mendes, 2007; Neves, 2007; Bastos *et al.*, 2022).

Dessa forma, o intervalo I5 representa um período de predomínio de condições marinhas, que tornaram o ambiente estressante até mesmo para as espécies de *Harbinia*, mantendo a dominância do gênero, mas com baixa abundância. Aportes continentais estariam presentes, devido a presença de *Microcarpolithes hexagonalis*.

6.3 Modelo paleoambiental da Formação Codó

A interpretação paleoambiental da Formação Codó é uma questão de grande debate no meio científico. A discussão sobre a influência marinha e a existência de lagos hipersalinos nos depósitos é um ponto de divergência entre diversos autores que estudaram esta unidade (Rodrigues, 1995; Paz & Rossetti, 2001; Antonioli & Arai, 2002; Bastos *et al.*, 2014; Barros *et al.*, 2022; Bastos *et al.*, 2022).

Ao mesmo tempo que autores sugerem um ambiente plenamente lacustre (Paz & Rossetti, 2001; Ramos *et al.*, 2006), outros apontam indícios de influência marinha ao longo da Formação Codó (Antonioli & Arai, 2002; Neves, 2007; Sousa *et al.*, 2019; Bastos *et al.*, 2022).

Os resultados taxonômicos, bioestratigráficos e paleoambientais com base em ostracodes do poço 1-UN-32-PI (neste estudo) contribuem para o desenvolvimento dessa discussão. Os intervalos paleoambientais interpretados permitem inferir uma evolução do ambiente de deposição da Formação Codó, na região do poço 1-UN-32-PI.

É interessante ressaltar que a grande extensão da Formação Codó torna a busca por um modelo paleoambiental único uma tarefa difícil. Variações localizadas podem fazer com que as interpretações sejam até mesmo conflitantes, como visto na literatura (Sousa *et al.*, 2019). Desse modo, entender as limitações de cada técnica e as restrições causadas por estudos pontuais (sejam em afloramentos ou testemunhos

de sondagem) é imprescindível para avançar de forma integrada e permitir um entendimento mais claro do cenário paleoambiental da Formação Codó.

No presente trabalho, realizado no poço 1-UN-32-PI, cinco intervalos paleoambientais foram definidos para a Formação Codó (I1, I2, I3, I4 e I5) (Figura 10).

Da base para o topo, é inferida a existência de um ambiente lacustre hipersalino restrito, com aporte episódico de material terrestre (intervalo I1), que evolui para um ambiente lacustre transicional de águas salobras, marcado por uma ingressão marinha, na base (ocorrência de foraminíferos bentônicos), e um evento de mortandade em massa de ostracodes, no topo (ostracodito) (intervalo I2). Após esse intervalo, dominam condições evaporíticas marcadas pela precipitação de gipsita (intervalo não-amostrado). Posteriormente, é instalado um ambiente lacustre que evolui para condições de águas salobras transicionais (ocorrência de ostracodes eurihalinos de água doce e estenohalinos de água salobra), devido a uma ingressão marinha (intervalo I3). Esse ambiente é afetado por uma influência marinha crescente, gerando uma dominância e abundância de ostracodes oportunistas (gênero *Harbinia*), havendo aportes episódicos de material continental (intervalo I4). Por fim, há um período de predomínio de condições marinhas, com aportes continentais, marcado pela diminuição da abundância de *Harbinia* e a proliferação de organismos marinhos (gastrópodes, bivalves e dinoflagelados) (intervalo I5) (Quadro 3).

Intervalos paleoambientais	Prof. (m)	Interpretação
I1	155,00 m – 133,50 m	Ambiente lacustre hipersalino, com aporte episódico de material continental
I2	133,50 m – 127,50 m	Ambiente transicional de águas salobras, com ingressão marinha na base e evento de mortandade em massa no topo
I3	112,00 m – 106,25 m	Ambiente de águas salobras transicionais, com ingressão marinha
I4	106,25 m – 94,00 m	Ambiente transicional com influência marinha crescente e eventuais aportes continentais
I5	94,00 m – 86,00 m	Ambiente transicional com predomínio de condições marinhas e aportes continentais

Quadro 3 - Intervalos paleoambientais interpretados para a Fm. Codó no poço 1-UN-32-PI

Esse modelo de evolução paleoambiental, construído com base nos resultados e discussões do presente trabalho, corrobora com as propostas recentes de Bastos *et al.* (2022) e Barros *et al.* (2022), que, com base em organogeoquímica e microfósseis, respectivamente, identificam uma influência marinha que persiste durante praticamente todo o tempo de deposição da Formação Codó. Além disso, ambos os estudos apontam um ambiente hipersalino restrito para a porção inferior, com ingressões marinhas ocorrendo antes das camadas evaporíticas, e posteriormente, acima das camadas de sal, a ocorrência de um ambiente fortemente influenciado por conexões marinhas, diretas ou indiretas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou os resultados obtidos através do estudo realizado em 50 amostras da Formação Codó, coletadas no testemunho de sondagem do poço 1-UN-32-PI, Bacia do Parnaíba, com foco em ostracodes.

Foram identificadas as famílias Cyprididae e Candonidae, representativas de ostracodes podopópídeos não-marinheiros do Cretáceo. Nessas famílias, os gêneros *Damonella*, *Harbinia* e *Paracypria?* foram descritos, com nove espécies: *D. grandiensis*, *H. alta*, *H. angulata*, *H. crepata*, *H. micropapillosa*, *H. salitrensis*, *H. sinuata*, *H. symmetrica* e *P.? elongata*.

A análise bioestratigráfica obteve dois intervalos: um inferior, com idade inferida Alagoas, e um superior, de Idade Alagoas confirmada, com base na identificação da Biozona *Harbinia* spp. 201-218.

Em relação às inferências paleoambientais, cinco intervalos foram definidos ao longo da seção (I1, I2, I3, I4 e I5). O intervalo I1 representa um ambiente lacustre hipersalino restrito, com aporte episódico de material terrestre. O intervalo I2 registra um ambiente transicional de águas salobras, marcado por uma ingressão marinha, na base, e um evento de mortandade em massa, no topo. O intervalo I3 é caracterizado como um ambiente lacustre que evoluiu para águas salobras transicionais, devido a uma ingressão marinha. O intervalo I4 registra condições de águas transicionais que evoluem a partir de uma influência marinha crescente, com aportes episódicos de material continental. O intervalo I5 consiste em um período de predomínio de condições marinhas no ambiente transicional, com aportes continentais.

Os resultados taxonômicos, bioestratigráficos e paleoambientais alcançados pelo presente trabalho contribuem para a construção e refinamento do conhecimento do Andar Alagoas nas bacias sedimentares brasileiras, visando um entendimento integrado da evolução paleobiogeográfica que ocorreu nesse período de tempo.

Além disso, eles melhoram a compreensão atual acerca da composição da microfauna, especificamente a fauna dos ostracodes, e das características paleoambientais da Formação Codó na região de estudo.

8 REFERÊNCIAS

- Anderson, F.W. 1966. Some British Jurassic and Cretaceous Ostracoda. In: Vol. 9. (Bulletin of the British Museum Natural History). ***New genera of Purbeck and Wealden ostracoda***. pp. 433–487.
- Anderson, F.W. 1985. Ostracod faunas in the Purbeck and Wealden of England. ***Journal of Micropalaeontology***. 4(2):1–67.
- Andreu-Boussut, B. 1991. Les Ostracodes du Crétacé moyen (Barremien à Turonien), le long d'une transversale Agadir-Nador (Maroc). ***Strata***. 2(14):765.
- Antonietto, L.S. 2010. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior, Aptiano Superior), Bacia do Araripe, NE-Brasil: taxonomia, distribuição estratigráfica e paleoecologia. Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado.
- Antonietto, L.S., do Carmo, D.A., Viviers, M.C. & Adôrno, R.R. 2015. Biostratigraphic and paleozoogeographic review of the upper Aptian-Albian ostracods of Riachuelo Formation, Sergipe-Alagoas Basin, Northeastern Brazil. ***Revista Brasileira de Paleontologia***. 18(3):355–368.
- Antonietto, L.S., Carmo, D.A. do, Viviers, M.C., Neto, J.V.Q. & Hunt, G. 2016. Ostracoda (Arthropoda, Crustacea) from the Riachuelo Formation, Sergipe-Alagoas Basin, Brazil, Upper Aptian-Albian. ***European Journal of Taxonomy***. (244):1–57.
- Antonietto, L.S., Gobbo, S.R., Do Carmo, D.A., Assine, M.L., Fernandes, M.A.M.C.C. & Lima, J.E. 2012. Taxonomy, ontogeny and paleoecology of two species of *Harbinia* Tsao, 1959 (Crustacea, Ostracoda) from the Santana Formation, Lower Cretaceous, Northeastern Brazil. ***Journal of Paleontology***. 86(4):659–668.
- Antonlioli, L. 2001. Estudo Palino-Cronoestratigráfico da Formação Codó - Cretáceo Inferior do Nordeste Brasileiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado.

- Antonioli, L. & Arai, M. 2002. O registro da Ecozona Subtilisphaera na Formação Codó (Cretáceo Inferior da Bacia do Parnaíba, Nordeste do Brasil): seu significado paleogeográfico. **Boletim sobre o 6º Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil**. 25–30.
- Antunes, R.L., Azevedo, R.L.M. & Lobo, J.T. 2018. Reflexões sobre a Série Recôncavo, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**. 41(2):276–296.
- Arai, M. 2009. Paleogeografia do Atlântico Sul no Aptiano: um novo modelo a partir de dados micropaleontológicos recentes. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**. 17(2):331–351.
- Arai, M. 2014. Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective. **Brazilian Journal of Geology**. 44(2):339–350.
- Arai, M. & Coimbra, J.C. 1990. Análise Paleoecológica do Registro das Primeiras Ingressões Marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe). In: D.A. Campos, M.S.S. Viana, P.M. Brito, & G. Beurlen, eds. **Atas do I Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste**. pp. 225–239.
- Asmus, H.E. & Porto, R. 1972. Classificação das bacias brasileiras segundo a tectônica de placas. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia**. 2:67–90.
- Baird, W. 1845. Arrangement of the British Entomostraca, with a list of species, particularly noticing those which have as yet been discovered within the bounds of the club. **Transactions of the Berwickshire Naturalists' Club**. 2(13):145–158.
- Barbassa, A.G. 2007. *Fato relevante: Análise da área de Tupi*. (Comunicados). Rio de Janeiro, Brasil: Petrobras. Disponível em: <http://siteempresas.bovespa.com.br/consbov/ArquivosExibe.asp?site=&protocolo=140478>. Data de acesso: 25 Jan. 2022.

- Barros, C. de L., Silva, S.C., Machado, L.L., Rios-Netto, A. de M., Sames, B., ... Silva Jr., R.P. da. 2022. Non-marine ostracods of the Codó Formation (upper Aptian, Lower Cretaceous), Parnaíba Basin, NE Brazil: new biostratigraphic and paleoecological insights. ***Cretaceous Research***. 133.
- Bastos, L.P.H., Jagniecki, E.A., Holanda dos Santos, W., da Costa Cavalcante, D., Jorge de Menezes, C., ... Pereira, E. 2022. Organic geochemical evidence for the transition of Aptian-Albian hypersaline environments into marine restricted seas: The South Atlantic oceanic northern gateway and its implications for the pre-salt deposits. ***Marine and Petroleum Geology***. 140:105632.
- Bastos, L.P.H., Pereira, E., Cavalcante, D.D.C. & Rodrigues, R. 2014. Estratigrafia química aplicada à Formação Codó nos furos de sondagem UN-24-PI e UN-37-PI (Aptiano/Albiano da Bacia do Parnaíba). ***Boletim de Geociências da Petrobras***. 22:289–312.
- Bate, R.H. 1972. Phosphatized ostracodes with appendages from the Lower Cretaceous of Brazil. ***Palaeontology***. 15(3):379–393.
- Bate, R.H. 1973. On Pattersoncypris micropapillosa Bate. ***Stereo-Atlas of Ostracod Shells***. 1(19):101–108.
- Bate, R.H. 1999. Non-marine ostracod assemblages of the Pre-Salt rift basins of West Africa and their role in sequence stratigraphy. ***Geological Society Special Publications***. 153(1):283–292.
- Batista, A.M.N. 1992. Caracterização paleoambiental dos sedimentos Codó-Grajaú, Bacia de São Luís (MA). Centro de Geociências, Belém: Universidade Federal do Pará. Dissertação de Mestrado.
- Bergue, C.T. 2006. A aplicação dos ostracodes (Crustacea) em pesquisas paleoceanográficas e paleoclimáticas. ***Terrae Didactica***. 2(1):54–66.
- Bergue, C.T. 2010. Agulhas e pincéis: as relações entre a paleontologia e a neontologia no estudo dos ostracodes (Crustacea: Ostracoda). ***Terrae Didactica***. 6(1):9–24.

- Boomer, I., Horne, D.J. & Slipper, I.J. 2003. The Use of Ostracods in Palaeoenvironmental Studies, or What can you do with an Ostracod Shell? *The Paleontological Society Papers*. 9:153–180.
- Brasil. 2022. Plano Decenal de Expansão de Energia 2031. Brasília: MME/EPE.
- Brito, H.S., Viana, C.F. & Praça, U.M. 1984. Atlas dos ostracodes não-marinhos do Brasil (Neojurássico-Eocretáceo). *Relatório Interno Petrobras*. 214.
- Campbell, D.F. 1949. Revised report on the reconnaissance geology of the Maranhão Basin. *Relatório Interno Petrobras*. Conselho Nacional de Petróleo, Rio de Janeiro: Petrobras/DEPEX.
- Campos, J.E.G. & Dardenne, M.A. 1997. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. *Revista Brasileira de Geociências*. 27(3):283–294.
- Campos Neto, O.P., Souza-Lima, W. & Cruz, F.E. 2007. Bacia Sergipe-Alagoas. *Boletim de Geociências da Petrobras*. 15(2):405–415.
- Caputo, M.V. & Lima, E.C. 1984. Estratigrafia, idade e correlação do Grupo Serra Grande–Bacia do Parnaíba. In: *Vol. 33. Congresso Brasileiro de Geologia*. pp. 740–753.
- Carbonel, P. 1988. Ostracods and the transition between fresh and saline waters. In: *Ostracoda in the Earth Sciences*. Elsevier Amsterdam. pp. 157–173.
- Cerqueira, J.R. & Marques, L.F.S.P. 1985. Avaliação Geoquímica da Bacia de São Luís. *Boletim Técnico da PETROBRÁS*. 28(3):151–158.
- Coimbra, A.M. 2011. Sistematização crítica da obra. Instituto de Geociências, São Paulo, SP: USP. Tese de Livre Docência.
- Coimbra, J.C., Arai, M. & Carreño, A.L. 2002. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Geobios*. 35(6):687–698.
- Colin, J.P. & Lethiers, F. 1988. The importance of ostracods in biostratigraphic analysis. In: *Ostracoda in the Earth Sciences*. pp. 27–45.

- Colin, J.-P., Tambareau, Y. & Krasheninnikov, V.A. 1996. Ostracodes limniques et lagunaires dans le crétacé supérieur du Mali (Afrique de l'Ouest): systématique, paléoécologie et affinités paléobiogéographiques. **Revue de Micropaléontologie**. 39(3):211–222.
- Colin, J.-P., Néraudeau, D., Nel, A. & Perrichot, V. 2011. Termite coprolites (Insecta: Isoptera) from the Cretaceous of western France: A palaeoecological insight. **Revue de Micropaléontologie**. 54(3):129–139.
- CPRM. 2021. Litoestratigrafia integrada do Brasil ao Milionésimo (Shapefile). Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22527>.
- Cruz, K.A.C. da. 2021. Proveniência sedimentar dos arenitos do Jurássico e do Cretáceo (formações Corda, Grajaú, Codó e Itapecuru) da porção centro-oeste da Bacia do Parnaíba, região de Grajaú, Maranhão. Instituto de Geociências, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado.
- Daly, M.C., Andrade, V., Barousse, C.A., Costa, R., McDowell, K., ... Poole, A.J. 2014. Brasiliano crustal structure and the tectonic setting of the Parnaíba basin of NE Brazil: Results of a deep seismic reflection profile. **Tectonics**. 33(11):2102–2120.
- De Deckker, P., Colin, J.-P. & Peypouquet, J.-P. 1988. **Ostracoda in the Earth Sciences**. Elsevier.
- Dennison, J.M. & Hay, W.W. 1967. Estimating the needed sampling area for subaquatic ecologic studies. **Journal of Paleontology**. 41(3):706–708.
- Depeche, F., Berthou, P.-Y. & Campos, D.A. 1990. Quelques Observations sur les Faunes d'Ostracodes du Crétacé du Bassin d'Araripe (N.E. du Brésil). In: D.A. Campos, M.S.S. Viana, P.M. Brito, & G. Beurlen, eds. **Atas do I Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste**. Crato, Ceará, Brasil. pp. 293–321.
- Derby, O.A. 1884. Estructura geológica e mineraes. In: **A geographia física do Brasil**. Rio de Janeiro, Brasil: J.E. Wasppaeus. pp. 43–59.

- Do Carmo, D.A., Whatley, R., Queiroz Neto, J.V. & Coimbra, J.C. 2008. On the Validity of Two Lower Cretaceous Non-marine Ostracode Genera: Biostratigraphic and Paleogeographic Implications. ***Journal of Paleontology***. 82(4):790–799.
- Do Carmo, D.A., Coimbra, J.C., Whatley, R.C., Antonietto, L.S. & De Paiva Citon, R.T. 2013. Taxonomy of limnic Ostracoda (Crustacea) from the Alagamar Formation, middle–upper Aptian, Potiguar Basin, northeastern Brazil. ***Journal of Paleontology***. 87(1):91–104.
- Do Carmo, D.A., Sanguinetti, Y.T., Coimbra, J.C. & Guimarães, E.M. 1999. Paleocologia dos ostracodes não-marinhos do Cretáceo Inferior da bacia Potiguar, RN, Brasil. ***Boletim do 5° Simposio Sobre o Cretáceo do Brasil***. 383–391.
- Do Carmo, D.A., Spigolon, A.L.D., Guimarães, E.M., Richter, M., Mendonça-Filho, J.G., ... Leite, A.M. 2018. Palaeoenvironmental assessment of Early Cretaceous limnic ostracods from the Alagamar Formation, Potiguar Basin, NE Brazil. ***Cretaceous Research***. 85:266–279.
- Do Carmo, D.A., Rafael, R.M.L., Vilhena, R.M. & Tomassi, H.Z. 2004. Neótipos de espécies de ostracodes do Membro Crato (Formação Santana), Cretáceo Inferior, bacia do Araripe, NE-Brasil. ***Revista Brasileira de Paleontologia***. 7(2):151–158.
- D'Souza, L.S. 2020. Evolução Tectônica e Estratigráfica Pós Paleozoica da Porção Nordeste da Bacia do Parnaíba e da Bacia de São Luís, Brasil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado.
- Fatela, F. & Taborda, R. 2002. Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. ***Marine Micropaleontology***. 45(2):169–174.
- Feijó, F.J. 1994. Bacias de Sergipe e Alagoas. ***Boletim de Geociências da Petrobras***. 8(1):149–161.
- Fernandes, G. & Della Piazza, H. 1978. O Potencial Oleogênico da Formação Codó. ***Boletim Técnico da PETROBRÁS***. 21:3–16.

- Ferreira, N.N., Ferreira, E.P., Ramos, R.R.C. & Carvalho, I. de S. 2020. Terrestrial and marine palynomorphs from deposits of the pull-apart rift of West Gondwana (Parnaíba Basin, northern Brazil): Biostratigraphy and relation to tectonic events. *Journal of South American Earth Sciences*. 101:102612.
- Figueiredo, A.M.F.D. & Gabaglia, G.P.R. 1986. Sistema classificatório aplicado às bacias sedimentares brasileiras. *Revista Brasileira de Geociências*. 16(4):350–369.
- Gobbo, S.R. 2006. Taxonomia, paleoecologia e bioestratigrafia de ostrácodes da Formação Santana (Aptiano Superior – Albiano Inferior), bacia do Araripe, NE Brasil. Museu Nacional, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado.
- Góes, A.M. 1995. A Formação Poti (Carbonífero inferior) da Bacia do Parnaíba. Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado.
- Góes, A.M. & Coimbra, A.M. 1996. Bacias sedimentares da província sedimentar do meio-norte do Brasil. *Boletim de Resumos Expandidos*. 5(UFPA):186–187.
- Góes, A.M. & Feijó, F.J. 1994. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobras*. 8(1):57–68.
- Góes, A.M. & Rossetti, D.F. 2001. Gênese da Bacia de São Luís-Grajaú, Meio-Norte do Brasil. In: D.F. Rossetti, A.M. Góes, & W. Truckenbrodt, eds. *O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Belém, PA: Museu Paranaense Emílio Goeldi. pp. 15–29.
- Grosdidier, E., Braccini, E., Dupont, G. & Moron, J.-M. 1996. Biozonation du Crétacé Inférieur non marin des bassins du Gabon et du Congo. In: S. Jardine, I. De Klasz, & J.-P. Debeney, eds. Vol. 16. (Mémoire). *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud: Bulletin Recherches exploration-production Elf-Aquitaine*. Angers: Elf Aquitaine. pp. 67–82.
- Harding, J.P. 1962. Mungava munda and four other new species of ostracod crustaceans from fish stomachs. *Natural History of Rennell Island, British Solomon Islands*. 4:51–62.

- Hartmann, G. 1955. Neue marine Ostracoden der Familie Cypridae und der Subfamilie Cytherideinae der Familie Cytheridae aus Brasilien. **Zoologischer Anzeiger**. 154(5/6):109–127.
- Hartmann, G. 1957. Zur Kenntnis des Mangrove-Estero-Gebietes von El Salvador und seiner Ostracoden-Fauna, II: systematischer Teil. **Kieler Meeresforschungen**. 13:134–159.
- Horne, D.J. 2005. Ostracoda. In: R.C. Selley, L.R.M. Cocks, & I.R. Plimer, eds. **Encyclopedia of Geology**. Oxford: Elsevier. pp. 453–463.
- Horne, D.J. & Siveter, D.J. 2016. Collecting and processing fossil ostracods. **Journal of Crustacean Biology**. 36(6):841–848.
- Hou, Y. 1984. Problems concerning the classification of the genera Harbinia, Sinocypris, Quadracypris and Nanxiongium (Ostracoda). **Acta Micropaleontologica Sinica**. 9(1):17–34.
- Hou, Y.T., Gou, Y.X. & Chen, D.Q. 2002. **Fossil Ostracoda in China**. 1:1090.
- Kaufmann, A. 1900. Cypriden und Darwinuliden der Schweiz. **Revue Suisse de Zoologie**. 8(3):209–423.
- Klemme, H.D. 1980. Petroleum Basins: Classification and Characteristics. **Journal of Petroleum Geology**. 3(2):187–207.
- Koutsoukos, E.A.M., Mello, M.R., De Azambuja Filho, N.C., Hart, M.B. & Maxwell, J.R. 1991. The Upper Aptian-Albian succession of the Sergipe Basin, Brazil: an integrated paleoenvironmental assessment. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**. 75(3):479–498.
- Krömmelbein, K. & Weber, R. 1971. Ostracoden des “Nordost-Brasilianischen Wealden”. **Beihefte zum Geologisches Jahrbuch**. 115:1–93.
- Latreille, P.A. 1802. Histoire naturelle, générale et particulière des Crustacés et des Insectes. **Histoires des Cypris et des Cytherées**. 8:232–254.

- Leite, A.M. 2017. Ostracodes da Formação Quiricó, Cretáceo inferior, Bacia do São Francisco, estado de Minas Gerais, região Sudeste do Brasil. Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado.
- Leite, A.M., Do Carmo, D.A., Ressa, C.B., Pessoa, M., Caixeta, G.M., ... Antonietto, L.S. 2018. Taxonomy of limnic Ostracoda (Crustacea) from the Quiricó Formation, Lower Cretaceous, São Francisco basin, Minas Gerais State, Southeast Brazil. *Journal of Paleontology*. 92(4):661–680.
- Leite, J.F., Aboarrage, A.M. & Daemon, R.F. 1975. Projeto carvão da Bacia do Parnaíba. **Internal Report 5**. Recife: DNPM/CPRM.
- Lemos, M.V.F. & Do Carmo, D.A. 2007. Ostracodes da Formação Codó, Aptiano superior da bacia do Parnaíba, NE do Brasil: taxonomia e implicações bioestratigráficas e paleoambientais. Instituto de Geociências, Brasília-DF: Universidade de Brasília. (Não publicado).
- Liebau, A. 2005. A revised classification of the higher taxa of the Ostracoda (Crustacea). *Hydrobiologia*. 538(1–3):115–137.
- Lima, M.R. de. 1982. Palinologia da Formação Codó na região de Codó, Maranhão. **Boletim IGUSP**. 13:116–128.
- Lima, E. de A.M. & Leite, J.F. 1978. Projeto estudo global dos recursos Minerais da Bacia sedimentar do Parnaíba. **Relatório 16**. Recife: DNPM/CPRM.
- Lindoso, R.M. 2016. A Biota da Formação Codó (Aptiano, Bacia do Parnaíba), Nordeste do Brasil: Aspectos Paleambientais e Paleobiogeográficos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado.
- Lindoso, R.M. & Carvalho, I.S. 2012. Crustáceos da Formação Codó (Bacia do Parnaíba, Brasil). In: **Para conhecer a Terra: memórias e notícias de Geociências no espaço lusófono**. Imprensa da Universidade de Coimbra. pp. 171–177.

- Lisboa, M.A.R. 1914. Permian geology of northern Brazil. *American Journal of Science*. 4(37):425–443.
- Maddocks, R.F. 1992. Anchialine Cyprididae (Ostracoda) from the Galapagos Islands, with a review of the subfamily Paracypridinae. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 104(1):1–29.
- Maizatto, J.R., Queiroz Neto, J.V., Ferreira, E.P. & Bahniuk, A.M. 2011. Palinomorfos e ostracodes não marinhos de afloramentos da Formação Codó, Bacia do Parnaíba. In: I.S. Carvalho, N.K. Srivastava, O.S. Strohschoen Jr., & C.C. Lana, eds. Vol. 3. *Paleontologia: Cenários de Vida*. Editora Interciência. pp. 367–378.
- Marques, R.M. 2011. Bacia do Parnaíba: estado atual do conhecimento e possibilidades para a produção de gás natural. Faculdade de Geologia, Instituto de Geociências, Belém, PA: UFPA. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Melo, R.M., Guzmán, J., Almeida-Lima, D., Piovesan, E.K., Neumann, V.H. de M.L. & Sousa, A. de J. e. 2020. New marine data and age accuracy of the Romualdo Formation, Araripe Basin, Brazil. *Scientific Reports*. 10(1):15779.
- Mendes, M.S. 2007. Análise estratigráfica do intervalo formacional Grajaú–Codó (Aptiano) da bacia do Parnaíba, NE do Brasil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado.
- Menzies, L.A., Carter, A. & MacDonald, D.I.M. 2018. Evolution of a cratonic basin: insights from the stratal architecture and provenance history of the Parnaíba Basin. *Geological Society, London, Special Publications*. 472(1):157–179.
- Mesner, J.C. & Wooldridge, L.C. 1964a. Estratigrafia das bacias paleozóica e cretácea do Maranhão. *Boletim Técnico da PETROBRÁS*. 7(2):137–164.
- Mesner, J.C. & Wooldridge, L.C.P. 1964b. Maranhão Paleozoic basin and Cretaceous coastal basins, North Brazil. *Bull. Am. Assoc. Petr. Geol.* 48(9):1475–1512.
- Mojon, P.O., Haddoumi, H. & Charrière, A. 2009. Nouvelles données sur les Charophytes et Ostracodes du Jurassique moyen-supérieur-Crétacé inférieur

- de l'Atlas marocain. **Carnets de Géologie/Notebooks on Geology, Brest, Mémoire 2009/03 (CG2009-M03)**. 1–39.
- Moore, R.C., Scott, H.W. & Sylvester-Bradley, P.C. 1961. Introduction. In: (Treatise on Invertebrate Paleontology). **Part Q - Arthropoda 3 (Crustacea, Ostracoda)**. Geological Society of America. pp. 2–3.
- Moura, J.A. 1987. Biocronoestratigrafia da Sequência Não Marinha do Cretáceo Inferior da Bacia de Campos, Brasil: Ostracodes. In: **Anais do X Congresso Brasileiro de Paleontologia**. pp. 717–731.
- Moura, J.A. 1988. Ostracods from Non-marine Early Cretaceous sediments of the Campos Basin, Brazil. **Evolutionary biology of Ostracoda: Its fundamentals and applications**. 11:1207–1216.
- Neumann, V.H. de M.L. 1999. Estratigrafía, Sedimentología, Geoquímica y Diagénesis de los Sistemas Lacustres Aptiense-Albienses de la Cuenca de Araripe (Noreste de Brasil). Barcelona, Espanha: Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona. Tese de Doutorado.
- Neves, I.A. 2007. Aplicação da palinofácies na caracterização paleoambiental da Formação Codó, cretáceo da Bacia do Parnaíba. Instituto de Geociências, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Nieto, L.M., Reolid, M., Rodríguez-Tovar, F.J., Castro, J.M., Molina, J.M. & Ruiz-Ortiz, P.A. 2018. An integrated analysis (microfacies and ichnology) of a shallow carbonate-platform succession: upper Aptian, Lower Cretaceous, Betic Cordillera. **Facies**. 64(4):1–21.
- Nitahara, A. 2021. Pré-sal produzirá 8,2 bilhões de barris de petróleo na próxima década. Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-11/pre-sal-produzira-82-bilhoes-de-barris-de-petroleo-na-proxima-decada>. Data de acesso: 26 Jan. 2022.

- Paz, J.D.S. 2005. Fácies, petrografia e geoquímica da Formação Codó neo-aptiano, bacia de São Luís-Grajaú. Belém, Pará, Brasil: Universidade Federal do Pará. Tese de Doutorado.
- Paz, J.D.S. da. 2000. Análise faciológica da formação Codó (Aptiano superior) na Região de Codó (MA), leste da Bacia do Grajaú. Universidade Federal do Pará. Dissertação de Mestrado.
- Paz, J.D.S. & Rossetti, D.F. 2001. Reconstrução paleoambiental da Formação Codó (Aptiano), borda leste da Bacia do Grajaú, MA. In: **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Museu Paranaense Emílio Goeldi. pp. 77–100.
- Pereira, P.A., Cassab, R. de C.T. & Barreto, A.M.F. 2016. Cassiopidae gastropods, influence of Tethys Sea of the Romualdo Formation (Aptian–Albian), Araripe Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. 70:211–223.
- Piovesan, E.K., Cabral, M.C., Colin, J.-P., Fauth, G. & Bergue, C.T. 2014. Ostracodes from the Upper Cretaceous deposits of the Potiguar Basin, northeastern Brazil: taxonomy, paleoecology and paleobiogeography. Part 1: Turonian. **Carnets de Géologie**. 14(15):211–252.
- Piovesan, E.K., Nicolaidis, D.D., Fauth, G. & Viviers, M.C. 2013. Ostracodes from the Aptian–Santonian of the Santos, Campos and Espírito Santo basins, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. 48:240–254.
- Poropat, S.F. & Colin, J.-P. 2012a. Reassessment of the Early Cretaceous non-marine ostracod genera Hourcqia Krömmelbein, 1965 and Pattersoncypris Bate, 1972 with the description of a new genus, Kroemmelbeincypris. **Journal of Paleontology**. 86(4):699–719.
- Poropat, S.F. & Colin, J.-P. 2012b. Early Cretaceous ostracod biostratigraphy of eastern Brazil and western Africa: An overview. **Gondwana Research**. 22(3–4):772–798.
- Ramos, M.I., Rossetti, D.F. & Paz, J.D.S. 2006. Caracterização e significado paleoambiental da fauna de ostracodes da Formação Codó (Neoaptiano), leste

- da bacia de Grajaú, MA, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*. 9(3):339–348.
- Regali, M.S.P. 1990. Biocronoestratigrafia e paleoambiente do Eocretáceo das bacias do Araripe (CE) e Rio do Peixe (PB), NE-Brasil. *Simpósio sobre a Bacia do Araripe e bacias interiores do Nordeste*. 1(1989):163–172.
- Regali, M.S.P., Uesugui, N. & Santos, A.S. 1974. Palinologia dos Sedimentos Mesozoóicos do Brasil (I). *Boletim Técnico da PETROBRÁS*. 17(3):177–190.
- Reis, F.A.G.V., Kuhn, C.E.S., Figueira, R.M. & Viero, A.P. eds. 2019. **A Geologia na Construção e Desenvolvimento Sustentável do Brasil**. 1st ed. São Paulo, SP, Brasil: Febrageo.
- Remane, A. 1971. Ecology of Brackish Water. In: *Biology of Brackish Water*. John Wiley and Sons. pp. 1–180.
- Rezende, O.M. & Pamplona, H.R.P. 1970. Estudo do desenvolvimento do arco Ferrer-Urbano Santos. *Boletim Técnico da Petrobras*. 13:5–14.
- Rodrigues, R. 1995. A geoquímica orgânica na Bacia do Parnaíba. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 226 p. Tese de Doutorado.
- Rome, R. 1962. Ostracodes. *Résultats Scientifiques de l'exploration Hydrobiologique du lac Tanganika (1946-1947)*. 3:1–305.
- Rossetti, D.F. & Góes, A.M. 2000. Deciphering the sedimentological imprint of paleoseismic events: an example from the Aptian Codó Formation, northern Brazil. *Sedimentary Geology*. 135(1):137–156.
- Rossetti, D., Truckenbrodt, W. & Santos Júnior, A.E.D. 2001. Clima do Cretáceo no Meio-Norte brasileiro. In: *O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Belém, Pará, Brasil: Museu Paranaense Emílio Goeldi. pp. 67–76.
- Rossetti, D.F., Góes, A.M. & Arai, M. 2001. A passagem do Aptiano-Albiano na Bacia do Grajaú, MA. In: D.F. Rossetti, A.M. Góes, & W. Truckenbrodt, eds. **O**

- Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú.** Belém, PA: Museu Paranaense Emílio Goeldi. pp. 100–107.
- Rossetti, D.F., Paz, J.D.S. & Góes, A.M. 2004. Facies analysis of the Codó Formation (Late Aptian) in the Grajaú Area, Southern São Luís-Grajaú Basin. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 76:791–806.
- Saidova, Kh.M. 1967. The biomass and quantitative distribution of live Foraminifera in the Kurile-Kamchatka trench area. **Doklady Akademii Nauk SSSR**. 174:216–217.
- Sames, B. 2010. Taxonomy and systematics of nonmarine Late Jurassic and Early Cretaceous ostracods: their phylogeny and application to biostratigraphy with emphasis on the Early Cretaceous of the North American Western Interior foreland basin. Department of Geosciences, Berlin: Freie Universität Berlin. Tese de Doutorado.
- Sames, B. 2011a. Combined references for Taxonomic studies in Early Cretaceous nonmarine Ostracoda of North America. **Micropaleontology**. 57(4–5):455–465.
- Sames, B. 2011b. Glossary of morphologic terms of late Mesozoic nonmarine Ostracoda, relevant to Theriosynoecum Branson 1936 and Cypridea Bosquet 1852. **Micropaleontology**. 57(4–5):433–454.
- Sames, B. & Horne, D. 2012. Latest Jurassic to Cretaceous non-marine ostracod biostratigraphy: Unde venis, quo vadis? **Journal of Stratigraphy**. 36:266–288.
- Santos, M.E. de C.M. & Carvalho, M.S.S. de. 2009. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. CPRM.
- Sars, G.O. 1866. Oversigt af Norges marine ostracoder. **Videnskabs Selskabet i Christiania Forhandlingar 1865**. 1–130.
- Sars, G.O. 1910. Zoological Results of the Third Tanganyika Expedition, conducted by Dr. W. A. Cunnington, F. Z. S., 1904-1905. Report on the Ostracoda. In: Vol.

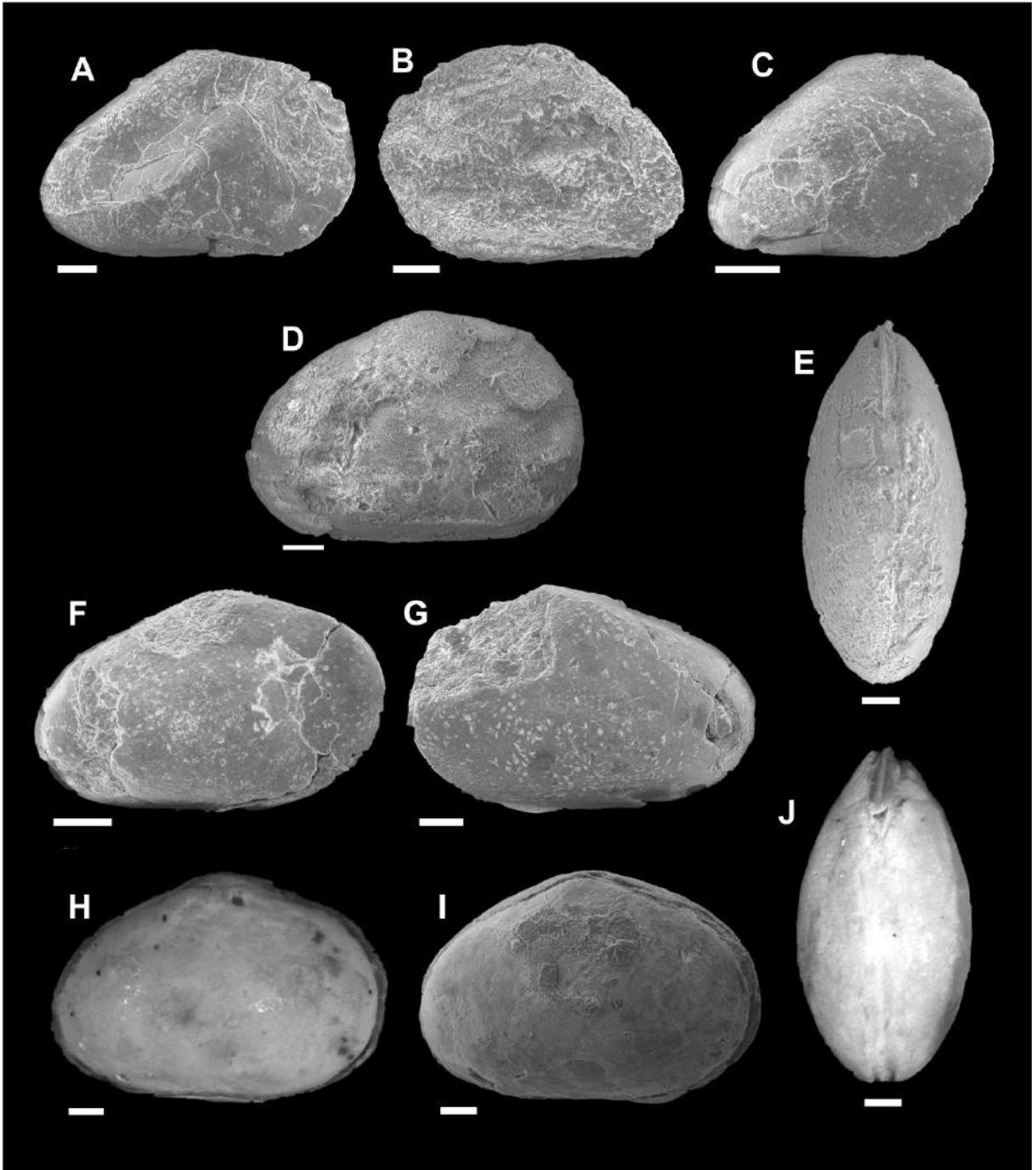
48. *Proceedings of the Zoological Society of London*. Wiley Online Library. pp. 732–760.
- Schaller, H. 1969. Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe/Alagoas. ***Boletim Técnico da PETROBRAS***. 12:21–86.
- Silva, D.M. 1978a. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior) – Grupo Araripe. Nordeste do Brasil – III – Nova espécie do gênero *Darwinula* Brady & Robertson 1985. ***Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia***. 1028–1031.
- Silva, D.M. 1978b. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior) – Grupo Araripe. Nordeste do Brasil – II – Novas espécies do gênero *Cypridea*. ***Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia***. 1023–1027.
- Silva, D.M. 1978c. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior) – Grupo Araripe. Nordeste do Brasil – I – Novas espécies do gênero *Bisulcocypris*. ***Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia***. 1014–1022.
- Silva, M.D., Kaercher, E.G. & Barbosa, E.G. 1985. Bioestratigrafia do furo 1-UN-32-PI, Roça do Meio, município de Duque Bacelar, Formação Codó, Cretáceo Inferior, Bacia do Maranhão. ***Anais do IX Congresso Brasileiro de Paleontologia***. 80.
- Silva, M.D., Kaercher, E.G. & Barbosa, E.G. 1989. Bioestratigrafia do furo 1-UN-24, Buriti, Maranhão, Formação Codó, Cretáceo Inferior da Bacia do Maranhão. ***Anais do XIII Simpósio de Geologia do Nordeste***. 188–192.
- Silva-Telles, A.C.Jr. & Viana, M.S.S. 1990. Paleoecologia dos ostrácodes da Formação Santana (Bacia do Araripe): um estudo ontogenético de populações. ***Simpósio sobre a Bacia do Araripe e as bacias interiores do Nordeste***. 1(Atas):309–328.
- Sloss, L.L. 1963. Sequences in the Cratonic Interior of North America. ***Geological Society of America Bulletin***. 74(2):93.

- Smith, R.J. 2000. Morphology and Ontogeny of Cretaceous Ostracods with Preserved Appendages from Brazil. *Palaeontology*. 43(part 1):63–98.
- Sousa, E. da S., Júnior, G.R.S., Silva, A.F., Reis, F. de A.M., Sousa, A.A.C. de, ... Lima, S.G. de. 2019. Biomarkers in Cretaceous sedimentary rocks from the Codó Formation - Parnaíba Basin: Paleoenvironmental assessment. *Journal of South American Earth Sciences*. 92:265–281.
- Souza, D.M., Piovesan, E.K. & Neumann, V.H.M.L. 2017. Ostracodes do Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe: Implicações Paleoambientais e Bioestratigráficas. *Estudos Geológicos*. 27(1):3–18.
- Szatmari, P. & Porto, R. 1982. Classificação tectônica das bacias sedimentares terrestres do Brasil. *Relatório Interno Petrobras*. 673(2703).
- Tomé, M.E.R. 2007. Taxonomia e paleoecologia de ostracodes do Aptiano, bacia de Cedro, Estado do Pernambuco, NE-Brasil: implicações paleoambientais e bioestratigráficas. Recife, PE, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação de Mestrado.
- Tomé, M.E.R. 2011. Estudo dos ostracodes não-marinhos do Andar Alagoas, nas bacias do Araripe, Cedro, Jatobá e Sergipe/Alagoas, Nordeste do Brasil. Recife, PE, Brasil: Universidade Federal de Pernambuco. Tese de Doutorado.
- Tomé, M.E.T.R. & Lima Filho, M.F. 2010. Ostracodes da Bacia de Cedro, Andar Alagoas, Estado de Pernambuco, NE Brasil: Implicações paleoambientais e bioestratigráficas. *Estudos Geológicos*. 20(2):49–63.
- Tomé, M.E.T.R., Filho, M.F.L. & Neumann, V.H.M.L. 2014. 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*. 48:153–176.
- Tozer, B., Watts, A.B. & Daly, M.C. 2017. Crustal structure, gravity anomalies, and subsidence history of the Parnaíba cratonic basin, Northeast Brazil: Structure Parnaíba Cratonic Basin. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. 122(7):5591–5621.

- Trabelsi, K., Sames, B., Nasri, A., Piovesan, E.K., Elferhi, F., ... Wagreich, M. 2021. Ostracods as proxies for marginal marine to non-marine intervals in the mid-Cretaceous carbonate platform of the Central Tunisian Atlas (North Africa): Response to major short-term sea-level falls. ***Cretaceous Research***. 117:104581.
- Tressler, W.L. 1937. Ostracoda. ***Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie***. 34(1–6):188–207.
- Tsao, L.P. 1959. Harbinia Tsao, 1959. Ostracodes of Lower Chalk Deposit of Valley Sunlyao. ***Monographs of the Institute of Geology (Stratigraphy and Paleontology), Geology Press, Beijing B***. 1: B48–B49.
- Vangerow, E.F. 1954. Megasporen und andere pflanzliche Mikrofossilien aus der Aachener Kreide. ***Palaeontographica Abteilung B***. (January, 1):24–38.
- Vaz, P.T., Rezende, N., Wanderley Filho, J.R. & Travassos, W.S. 2007. Bacia do Parnaíba. ***Boletim de Geociências da Petrobras***. 15(2):253–263.
- Viana, C.F., Gama Jr., E.G. da, Simões, I. de A., Moura, J.A., Fonseca, J. dos R. & Alves, R.J. 1971. Revisão Estratigráfica da Bacia Recôncavo/Tucano. Vol. 3/4. ***Boletim Técnico da PETROBRAS***. n. 14.
- Viana, M.S.S., Brito, P.M. & Silva-Teles, A.C.Jr. 1989. Paleontologia de uma Camada de Folhelhos Pirobetuminosos do Membro Romualdo, Formação Santana, na Mina Pedra Branca, Município de Nova Olinda, Ceará. In: ***Anais do X Congresso Brasileiro de Paleontologia***, ed. Sociedade Brasileira de Paleontologia. pp. 207–217.

9 ANEXOS

Estampa 1



Estampa 1

(Barra equivalente a 100 µm)

A-C: *Harbinia alta* (Antonietto *et al.*, 2012).

A: prof. 98,00 m, LM-19/052A, valva direita, vista lateral, comprimento 828 µm, altura 547 µm;

B: prof. 86,00 m, LM-19/040A, valva esquerda, vista lateral, comprimento 652 µm, altura 477 µm;

C: prof. 98,00 m, LM-19/052B, valva direita, vista lateral, comprimento 436 µm, altura 323 µm.

D-E: *Harbinia angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971).

D: prof. 92,00 m, LM-19/046A, valva direita, vista lateral, comprimento 855 µm, altura 588 µm;

E: prof. 92,00 m, LM-19/046B, vista dorsal, comprimento 1003 µm, largura 448 µm.

F-G: *Harbinia crepata* (Do Carmo *et al.*, 2013).

F: prof. 95,00 m, LM-19/049A, valva direita, vista lateral, comprimento 609 µm, altura 382 µm;

G: prof. 95,00 m, LM-19/049B, valva esquerda, vista lateral, comprimento 818 µm, altura 534 µm.

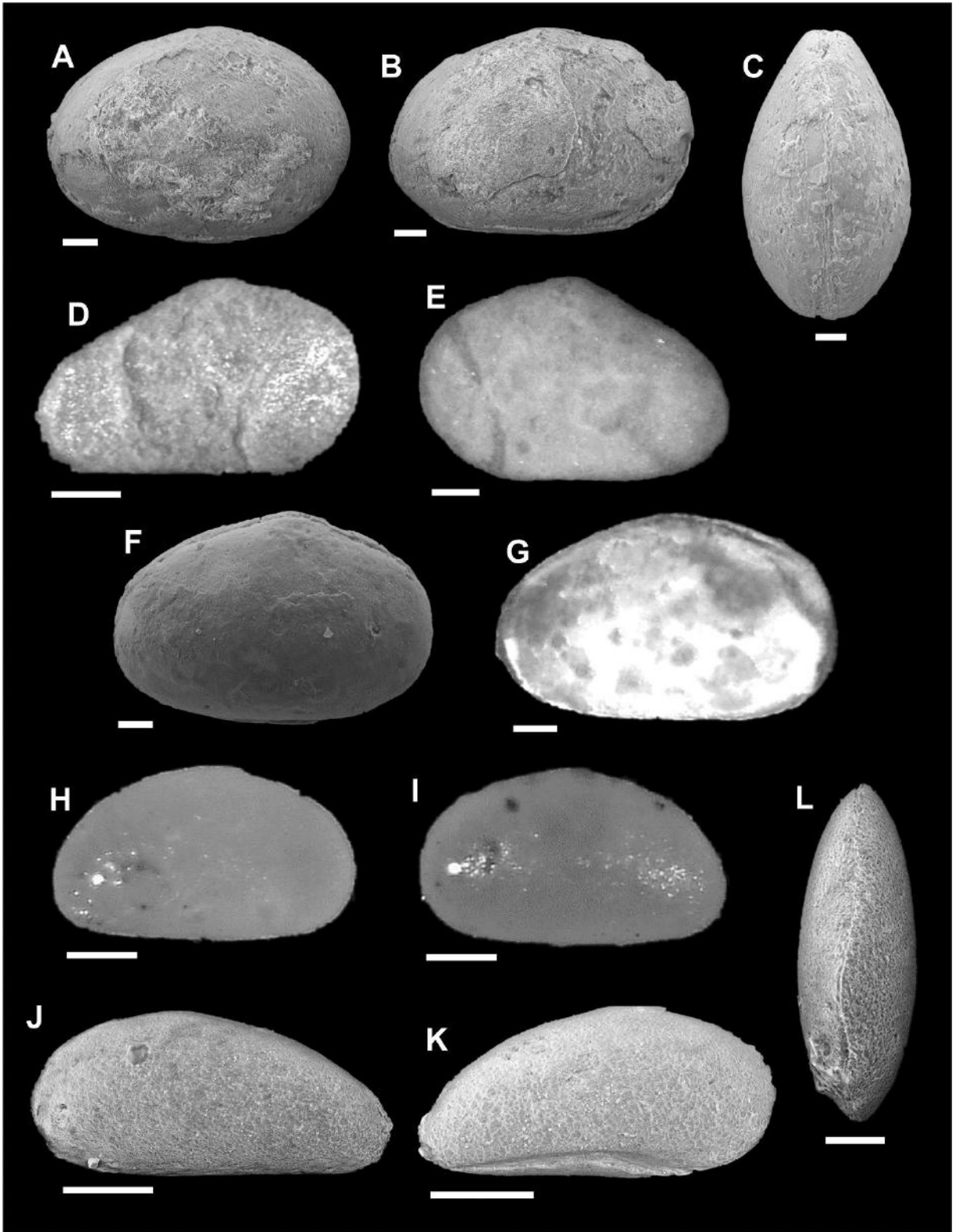
H-J: *Harbinia micropapillosa* (Bate, 1972 emend Do Carmo *et al.*, 2008).

H: prof. 92,00 m, LM-19/046C, valva direita, vista lateral, comprimento 995 µm, altura 686 µm;

I: prof. 92,00 m, LM-19/046D, valva direita, vista lateral, comprimento 980 µm, altura 659 µm;

J: prof. 92,00 m, LM-19/046E, vista dorsal, comprimento 936 µm, largura 491 µm.

Estampa 2



Estampa 2

(Barra equivalente a 100 µm)

A-C: *Harbinia salitrensis* (Krömmelbein & Weber, 1971 emend Antonietto *et al.*, 2012).

A: prof. 92,00 m, LM-19/046F, valva direita, vista lateral, comprimento 882 µm, altura 632 µm;

B: prof. 92,00 m, LM-19/046G, valva direita, vista lateral, comprimento 961 µm, altura 659 µm;

C: prof. 92,00 m, LM-19/046H, vista dorsal, comprimento 984 µm, largura 575 µm.

D-E: *Harbinia sinuata* (Krömmelbein & Weber, 1971).

D: prof. 98,00 m, LM-19/052C, valva direita, vista lateral, comprimento 474 µm, altura 292 µm;

E: prof. 87,00 m, LM-19/041A, valva esquerda, vista lateral, comprimento 667 µm, largura 441 µm.

F-G: *Harbinia symmetrica* (Krömmelbein & Weber, 1971).

F: prof. 92,00 m, LM-19/046I, valva direita, vista lateral, comprimento 944 µm, altura 631 µm;

G: prof. 107,40 m, LM-19/057A, valva direita, vista lateral, comprimento 820 µm, altura 496 µm.

H-I: *Damonella grandiensis* (Tomé *et al.*, 2014).

H: prof. 107,40 m, LM-19/057B, valva direita, vista lateral, comprimento 441 µm, altura 256 µm;

I: prof. 107,40 m, LM-19/057C, valva esquerda, vista lateral, comprimento 428 µm, altura 244 µm;

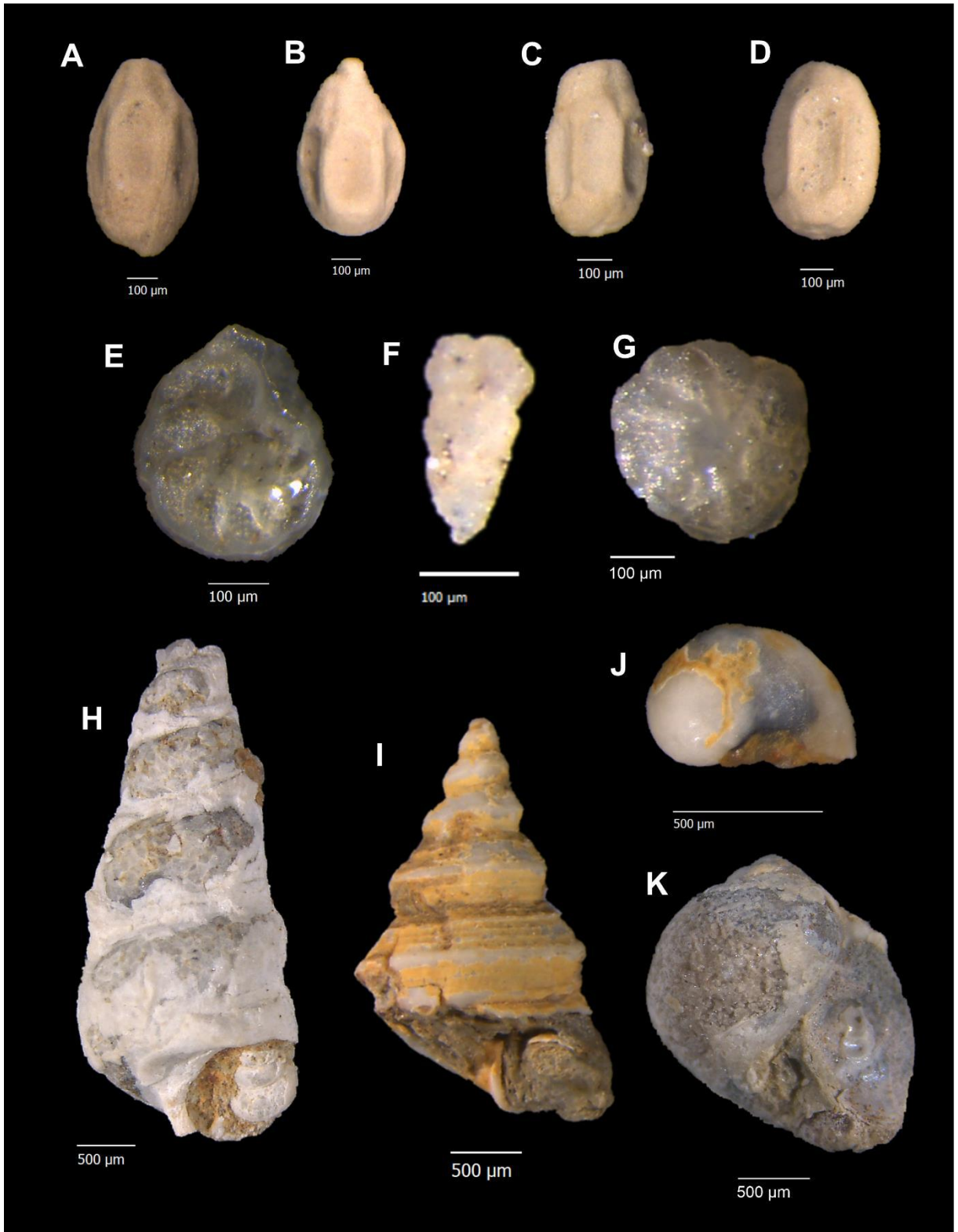
J-L: *Paracypria? elongata* (Do Carmo *et al.*, 2013).

J: prof. 107,40 m, LM-19/057D, valva esquerda, vista lateral, comprimento 401 µm, altura 185 µm;

K: prof. 107,40 m, LM-19/057E, valva direita, vista lateral, comprimento 339 µm, altura 172 µm;

L: prof. 107,40 m, LM-19/057F, vista dorsal, comprimento 589 µm, largura 210 µm;

Estampa 3



Estampa 3

A-D: *Microcarpolithes hexagonalis* Vangerow, 1954 (coprólitos de térmitas)

A: prof. 128,50 m, intervalo I2.

B: prof. 131,50 m, intervalo I2.

C: prof. 134,50 m, intervalo I1.

D: prof. 142,50 m, intervalo I1.

E-G: Foraminíferos bentônicos

E: prof. 130,50 m, intervalo I2.

F: prof. 131,50 m, intervalo I2.

G: prof. 132,50 m, intervalo I2.

H-K: Gastrópodes

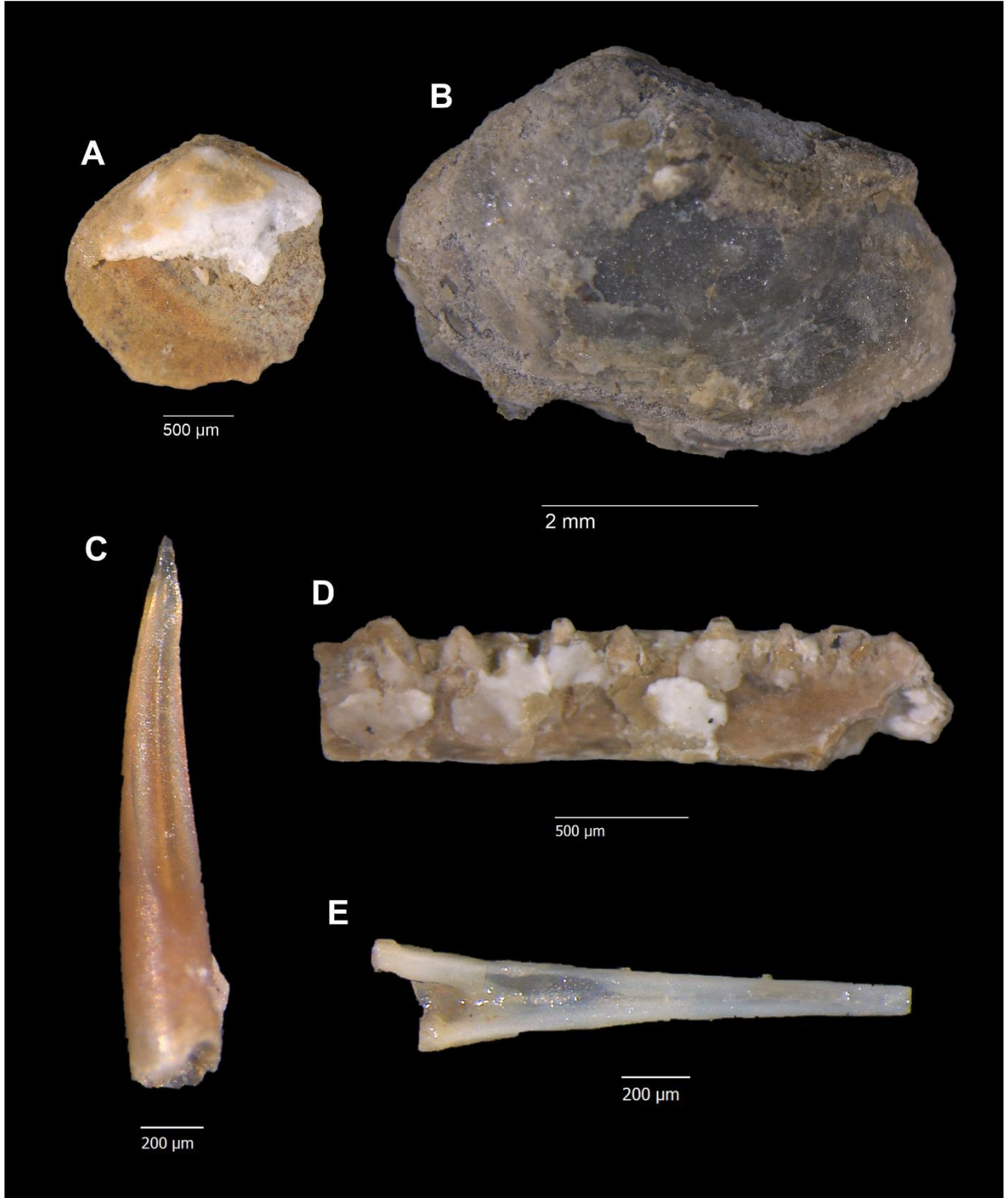
H: prof. 86,00 m, família Cassiopidae, gênero *Gymnentome*, intervalo I5.

I: prof. 87,00 m, gastropoda *indet.*, intervalo I5.

J: prof. 87,00 m, família Naticidae, intervalo I5.

K: prof. 92,00 m, família Naticidae, intervalo I5.

Estampa 4



Estampa 4

A-B: Bivalves

A: prof. 86,00 m, intervalo I5.

B: prof. 92,00 m, intervalo I5.

C: Dente indet.

C: prof. 86,00, dente, intervalo I5.

D-E: Fragmentos de peixes

D: prof. 93,00 mm, mandíbula de peixe, intervalo I5.

E: prof. 92,00 m, espinha de peixe, intervalo I