



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza

Instituto de Geociências

Departamento de Geologia

**EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DO MEMBRO FUNDÃO (FORMAÇÃO RIO DA
BATATEIRA, BACIA DO ARARIPE, NE DO BRASIL) COM BASE EM
OSTRACODES NÃO-MARINHOS**

CAIO DE ALMEIDA PAULA

Orientadores: Prof. Dr. Aristóteles de Moraes Rios-Netto

Dra. Cecília de Lima Barros

Rio de Janeiro – RJ

2022

CAIO DE ALMEIDA PAULA

**EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DO MEMBRO FUNDÃO (FORMAÇÃO RIO DA
BATATEIRA, BACIA DO ARARIPE, NE DO BRASIL) COM BASE EM
OSTRACODES NÃO-MARINHOS**

Trabalho Final 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:

Prof. Dr. Aristóteles de Moraes Rios-Netto

Dra. Cecília de Lima Barros

Rio de Janeiro – RJ

Agosto de 2022

CAIO, de Almeida Paula

EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DO MEMBRO FUNDÃO (FORMAÇÃO RIO DA BATATEIRA, BACIA DO ARARIPE, NE DO BRASIL) COM BASE EM OSTRACODES NÃO-MARINHOS / Caio de Almeida Paula – Rio de Janeiro: UFRJ / IGEO, 2022.

75 p.: x il., XXcm

Trabalho de Final 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. Setor de Paleontologia e Estratigrafia – 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. Título.

CAIO DE ALMEIDA PAULA

**EVOLUÇÃO PALEOAMBIENTAL DO MEMBRO FUNDÃO (FORMAÇÃO RIO DA
BATATEIRA, BACIA DO ARARIPE, NE DO BRASIL) COM BASE EM
OSTRACODES NÃO-MARINHOS**

Trabalho Final 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:

Prof. Dr. Aristóteles de Moraes Rios-Netto

Dra. Cecília de Lima Barros

Aprovado em:

Por:

Orientadores: Prof. Aristóteles de Moraes Rios-Netto, D.Sc. (UFRJ) / Cecília de Lima Barros,
D.Sc. (COPPETEC/UFRJ)

Prof. João Graciano Mendonça Filho, D.Sc. (UFRJ)

Thamara Daniel Alves, M.Sc. (COPPETEC/UFRJ)

A Deus, Criador dos céus e da Terra.

Aos meus pais, apoio e amor incondicional em toda minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que me trouxe até aqui, me deu forças e foi comigo em incontáveis momentos ao longo de toda minha jornada pela Universidade.

Agradeço a todos os meus familiares, em especial aos meus pais, Jozimar e Dinorá, que nunca deixaram de me apoiar em qualquer decisão e foram rocha de sustento em toda minha vida, sempre da melhor maneira possível e todo amor. Junto deles, meus avós, Dionísio e Irany, que sempre emanaram conforto e amor infinitos. Aos tios Geraldo Mário e Sônia, que por anos de graduação me acolheram em seu lar e contribuíram para a minha formação pessoal, assim como também fizeram os primos Andrea, André e Kauã, e por isso sou muito grato.

À minha companheira de vida, Anne Karine, mulher que amo e divido todos os momentos; amiga nos tempos complicados e parceira nas alegrias. Agradeço aos amigos de longa data e aos que se achegaram mais recentemente, por todo apoio e contribuições positivas, companheiros que mesmo distantes se fazem sempre presentes.

À minha orientadora, Dra. Cecília de Lima Barros, que, com paciência e carinho em doses maternas, me conduziu em todas as etapas para a conclusão deste trabalho, sempre presente e solícita. Ao professor e orientador, Dr. Aristóteles de Moraes Rios-Netto, que muito contribuiu para o meu pensamento geológico.

A todos os colegas do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA), com os quais dividi boa parte do meu tempo na Universidade e foram muito importantes para meu desenvolvimento pessoal e profissional. Em especial ao amigo Thiago Soldani, irmão inseparável desde o início da graduação.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro, representada pelos professores que nos conduzem ao pensamento crítico e científico; agradeço, principalmente, aos que me deram oportunidades de desenvolver trabalhos acadêmicos. E que esta instituição siga oferecendo ensino gratuito e de qualidade para todos, sem discriminação ou privilégios.

À empresa Shell Brasil Petróleo Ltda, pelo financiamento deste estudo através do projeto de pesquisa e desenvolvimento “Correlação estratigráfica, evolução paleoambiental e paleogeográfica e perspectivas exploratórias do Andar Alagoas” (Acordo de cooperação técnica #20219).

Resumo

PAULA, Caio de Almeida. **Evolução Paleoambiental do Membro Fundão (Formação Rio da Batateira, Bacia do Araripe, NE do Brasil) com base em Ostracodes Não-Marinhas**. 2022. x, 75 f. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

O Membro Fundão é um intervalo de folhelhos betuminosos com níveis calcários que ocorre na porção intermediária da Formação Rio da Batateira (Bacia do Araripe) a qual representa um sistema lacustre entre os arenitos fluviais da formação e é reconhecido como um *datum* estratigráfico na bacia. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar o paleoambiente de deposição do Membro Fundão, por meio de análises taxonômica e ontogenética da assembleia de ostracodes recuperados no intervalo correspondente à unidade, nos poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE (Projeto Santana II/CPRM). Foram coletadas e analisadas 15 amostras do furo de sondagem 1-PS-06-CE e 19 amostras do 1-PS-07-CE. As análises taxonômica e bioestratigráfica confirmaram a posição do Mb. Fundão na Biozona *Harbinia* spp. 201-218, correspondente ao Andar Alagoas (Aptiano superior). A partir dos dados de abundância, riqueza, estado de preservação e estrutura populacional da assembleia de ostracodes recuperada, foi possível caracterizar cinco intervalos paleoecológicos distintos de desenvolvimento do ambiente lacustre que contaram com variações de salinidade e de energia ao longo do tempo. Estes intervalos foram utilizados para determinar um modelo de evolução do “lago Fundão” e promover a correlação entre os poços estudados.

Palavras-chave: Ostracodes; Andar Alagoas; Membro Fundão

Abstract

PAULA, Caio de Almeida. **Paleoenvironmental Evolution of the Fundão Member (Rio da Batateira Formation, Araripe Basin, NE Brazil) Based in non-marine Ostracods**. 2022. x, 75 f. Trabalho Final de Curso (Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

The Fundão Member is an interval of bituminous shales with limestone levels that occurs in the intermediate portion of the Rio da Batateira Formation (Araripe Basin), which represents a lacustrine system between the fluvial sandstones of the formation and is recognized as a stratigraphic datum in the basin. The present work aims to characterize the depositional paleoenvironment of the Fundão Member, through taxonomic and ontogenetic analyzes of the ostracods assemblage recovered in the interval corresponding to this unit, in wells 1-PS-06-CE and 1-PS-07-CE (Santana II/CPRM Project). 15 samples from drillhole 1-PS-06-CE and 19 samples from 1-PS-07-CE were collected and analyzed. Taxonomic and biostratigraphic analyzes confirmed the position of Fundão Mb. in Biozone *Harbinia* spp. 201-218, corresponding to the Alagoas Stage (Upper Aptian). From data on abundance, richness, state of preservation and population structure of the recovered ostracod assemblage, it was possible to characterize five distinct paleoecological intervals of development of the lacustrine environment that had variations in salinity and energy over time. These intervals were used to determine an evolution model of the “Fundão lake” and to promote the correlation between the studied wells.

Key-words: Ostracods; Alagoas Stage; Fundão Member

Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa de localização dos poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE na Bacia do Araripe, que ocupa regiões dos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí.....	3
Figura 2 - Carta estratigráfica da Bacia do Araripe proposta por Ponte & Appi (1990), com destaque para a Fm. Rio da Batateira. Retirado de Arai <i>et al.</i> (2004).	5
Figura 3 - Mapa geológico da Bacia do Araripe.	6
Figura 4 - Dimensões e regiões da carapaça dos ostracodes, de acordo com Kesling (1961). Retirado de Antonietto (2010).	11
Figura 5 - Estágios ontogenéticos da espécie <i>Harbinia micropapillosa</i> . Modificado de Smith (2000).	12
Figura 6 - Distribuição cronoestratigráfica e ecológica da Classe Ostracoda. Retirado de Horne (2005).	13
Figura 7 - Salinidade e diversidade de espécies, de acordo com Hudson (1997). Modificado de Do Carmo <i>et al.</i> (2018).	15
Figura 8 - Perfil estratigráficos do poço 1-PS-06-CE. Modificados de Paula-Freitas (2009)..	17
Figura 9 - Perfil estratigráficos do poço 1-PS-07-CE. Modificados de Paula-Freitas (2009)..	18
Figura 10 - Procedimentos de preparação e estudo de microfósseis calcários. Modificado de Piovesan <i>et al.</i> (2017).	19
Figura 11 - Distribuição estratigráfica de ostracodes no poço 1-PS-06-CE.....	46
Figura 12 - Distribuição estratigráfica de ostracodes no poço 1-PS-07-CE.....	47
Figura 13 – Divisão dos intervalos paleoecológicos no poço 1-PS-06-CE.....	50
Figura 14 - Divisão dos intervalos paleoecológicos no poço 1-PS-07-CE.....	50
Figura 15 - Proposta de subdivisão da Biozona <i>Harbinia</i> spp. 201/218 (Gobbo, 2006).	52
Figura 16 – Intervalos de predominância dos gêneros <i>Harbinia</i> e <i>Damonella</i> no poço 1-PS-06-CE.....	53
Figura 17 – Intervalos de predominância dos gêneros <i>Harbinia</i> e <i>Damonella</i> no poço 1-PS-07-CE.....	54
Figura 18 – Relação entre a estrutura populacional das assembleias de ostracodes e sua interpretação no registro geológico. Retirado de Boomer <i>et al.</i> (2003).	55
Figura 19 – Exemplar de <i>D. grandiensis</i> com alterações na carapaça (amostra 105,10 m)....	57
Figura 20 – Espécimes de <i>H. angulata</i> com carapaça alterada. A) Imagem de MEV com dados de EDS indicando alta concentração de ferro na carapaça (amostra 97,75 m – PS-06). B) Imagem de estereomicroscópio com carapaça avermelhada (amostra 103,85 m – PS-06).....	58

Figura 21 - Paleossalidade nos poços PS-06 e PS-07. Retirado de Rios-Netto (2011).....	59
Figura 22 - Correlação entre os poços considerando os intervalos paleoecológicos.....	60

Lista de Estampas

Estampa 1	70
Estampa 2	72
Estampa 3	74

Sumário

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE ESTAMPAS	IX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Apresentação	1
1.2. Objetivos	2
2. CONTEXTO GEOLÓGICO	2
2.1. Bacia do Araripe.....	2
2.2. Membro Fundão	7
2.3. Biozona <i>Harbinia</i> spp. 201/218 (<i>sensu</i> Do Carmo <i>et al.</i> , 2008).....	9
3. OSTRACODES	11
3.1. Generalidades	11
3.2. Sistemática.....	12
3.3. Bioestratigrafia	14
3.4. Paleoecologia e Paleoambiente	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.1. Material	15
4.2. Métodos	19
5. RESULTADOS	21
5.1. Recuperação	21
5.2. Taxonomia e Sistemática.....	21
5.3. Bioestratigrafia	Erro! Indicador não definido.
5.4. Paleoecologia.....	49
6. DISCUSSÕES	52
6.1. Biocronoestratigrafia	52
6.2. Inferências Paleoecológicas	54
7. CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE	70
Estampa 1	70
Estampa 2	72
Estampa 3	74

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação

A Bacia do Araripe é uma das mais importantes do Nordeste do Brasil, sendo a maior em extensão dentre as bacias interiores da região. Sua área abrange o sul do estado do Ceará, norte do estado de Pernambuco e o leste do Piauí. Geomorfologicamente, a Bacia do Araripe chama atenção pela presença da Chapada do Araripe, que se insere completamente na bacia, no entanto a bacia estende-se para o leste da chapada pela região do Vale do Cariri.

O melhor conhecimento da evolução da Bacia do Araripe na idade aptiana-albiana é importante pela possível analogia com as bacias da margem continental brasileira e seus grandes reservatórios de hidrocarbonetos na porção pré-sal uma vez que o mesmo intervalo estratigráfico de evaporitos ocorre em superfície na Bacia do Araripe.

Considerado como um marco estratigráfico dentro da Bacia do Araripe, o Membro Fundão é uma camada de folhelhos escuros em meio aos espessos pacotes de arenitos da Formação Rio da Batateira que representa um sistema lacustre entre sistemas fluviais. Embora ainda não seja uma unidade com muitos estudos, a unidade, em geral, é incluída em trabalhos que abrangem porções maiores da estratigrafia.

Os ostracodes são microfósseis calcários mais comuns e abundantes em ambientes continentais. Devido a sua ocorrência, alto potencial de fossilização e grande diversidade durante o Jurássico-Superior e Cretáceo-Inicial, esse grupo fóssil é de grande importância para a bioestratigrafia e paleoecologia (Sames, 2010). Outro ponto a ser destacado deste táxon é que pode ser encontrado em praticamente todos os ambientes aquáticos, desde água doce até marinha, em diversas latitudes, o que confere importância para estudos paleoambientais. Tratando-se principalmente em relação aos ostracodes não-marinhos, alguns fatores químicos, físicos e biológicos do meio têm influência direta na ocorrência das assembleias dos ostracodes e na sua distribuição a nível de gênero e espécie.

O presente trabalho foi realizado no âmbito do Projeto Alagoas, um esforço de pesquisa cooperativa do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro em parceria com a Shell Brasil Petróleo e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP (acordo de cooperação #20.219-2). O projeto é focado no estudo do Andar Alagoas nas bacias do Parnaíba e Araripe, através de diversas técnicas e metodologias envolvendo Geologia, Geofísica, Paleontologia e Geoquímica Orgânica do Petróleo.

Vale ressaltar a importância deste estudo, tendo em vista que na literatura são poucos os trabalhos focados na análise dos ostracodes do Membro Fundão. Em grande parte dos trabalhos realizados na Bacia do Araripe que contemplam a unidade é citada a ocorrência em grande escala dos ostracodes, no entanto não são comuns análises mais apuradas sobre esse grupo fóssil de grande importância para o entendimento paleoambiental e paleoecológico, como é feito no presente estudo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é caracterizar a evolução paleoambiental do Membro Fundão, da Formação Rio da Batateira, através de análises taxonômica e ontogenética da assembleia de ostracodes presente no intervalo correspondente a essa unidade nos furos de sondagens 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar taxonomicamente os espécimes de ostracodes recuperados;
- Posicionar bioestratigraficamente o Membro Fundão, Rio da Batateira, com base nos táxons identificados, visando uma correlação cronoestratigráfica;
- Contribuir com a interpretação do paleoambiente deposicional do Membro Fundão, Formação Rio da Batateira.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1. Bacia do Araripe

A Bacia do Araripe localiza-se na região Nordeste do Brasil, estendendo-se pelos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí com uma área de aproximadamente 12.200 km². Tem orientação geral Leste – Oeste e é limitada, aproximadamente, pelas coordenadas 38° 35' – 40° 50' W e 7° 04' – 7° 50' S (Figura 1). Sua principal feição geomorfológica é a Chapada do Araripe, no entanto a bacia se estende a leste da chapada pela Vale do Cariri, onde localiza-se a sub-bacia do Cariri. Além desta, sob a chapada também se encontra a sub-bacia de Feitoria que é separada da outra sub-bacia pelo horst de Dom Leme (Ponte & Ponte-Filho, 1996).

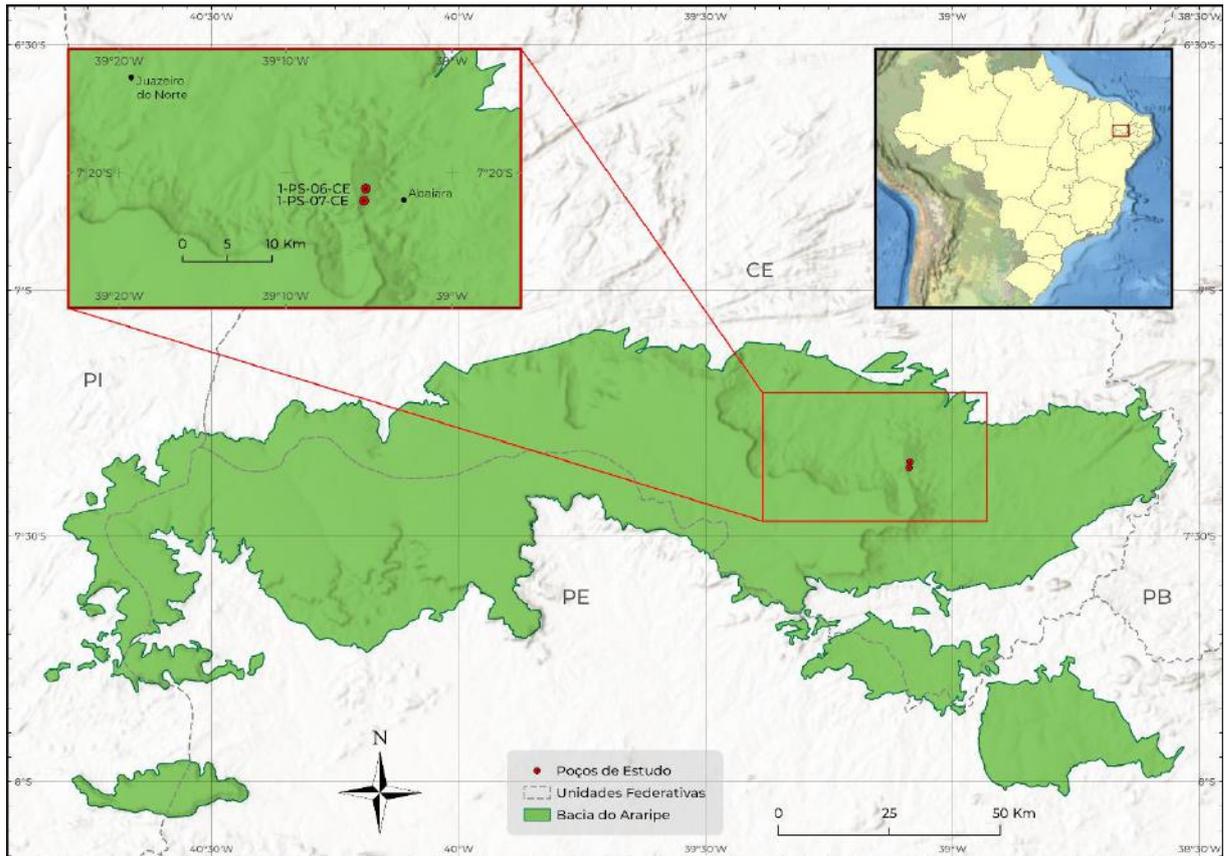


Figura 1 - Mapa de localização dos poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE na Bacia do Araripe, que ocupa regiões dos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí.

A Bacia do Araripe está inserida no contexto da abertura da parte sul do Oceânico Atlântico, associada ao rifteamento do Supercontinente Gondwana, sendo considerada como a bacia mais complexa e extensa entre o grupo de bacias sedimentares interiores do Nordeste do Brasil. Além disso, a bacia se destaca pelo seu potencial fossilífero ímpar, sendo a Formação Santana a principal unidade litoestratigráfica que representa tal potencial.

2.1.1. Embasamento e Litoestratigrafia

O embasamento da Bacia do Araripe faz parte do contexto da Província Borborema, descrita como uma feição geotectônica regional do Pré-Cambriano, complexa estruturalmente e que é constituída por sucessões de rochas metamórficas, com a presença de batólitos ígneos e truncada por zonas de cisalhamento regionais (Ponte & Ponte-Filho, 1996).

Segundo Ponte & Appi (1990), as unidades que compõem o arcabouço estratigráfico da Bacia do Araripe, da mais antiga para a mais nova, são as formações Mauriti, Brejo Santo, Missão Velha, Abaiara, Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exu. Como há algumas

divergências na literatura em relação às nomenclaturas, os nomes de algumas unidades podem sofrer mudanças de acordo com o autor citado (Figura 2).

A evolução da Bacia do Araripe ocorre ao longo de quatro sequências estratigráficas, das quais representam o registro da fragmentação gerada nos ambientes tectônicos que promoveram a formação da bacia. As sequências são limitadas por discordâncias regionais, sendo elas as fases do Paleozoico (Fm. Mauriti), Pré-Rifte (Fm. Brejo Santo e Fm. Missão Velha), Rifte (Fm. Abaiara) e Pós-Rifte (Fm. Rio da Batateira e Fm. Santana, Fm. Arajara e Fm. Exu) (Assine, 2007).

Segundo Ponte & Ponte-Filho (1996), a Formação Mauriti (Formação Cariri de Beurlen (1962)) corresponde ao intervalo inserido no Paleozoico da bacia e sobrepõe o embasamento. No Mesozoico da bacia, o Grupo Vale do Cariri é composto pela Formação Brejo Santo (Gasparly & Anjos, 1964), Formação Missão Velha (Beurlen, 1962) e Formação Abaiara (Ponte & Appi, 1990). As duas primeiras formações são datadas do Jurássico-Final e a última se caracteriza como a primeira unidade do Cretáceo.

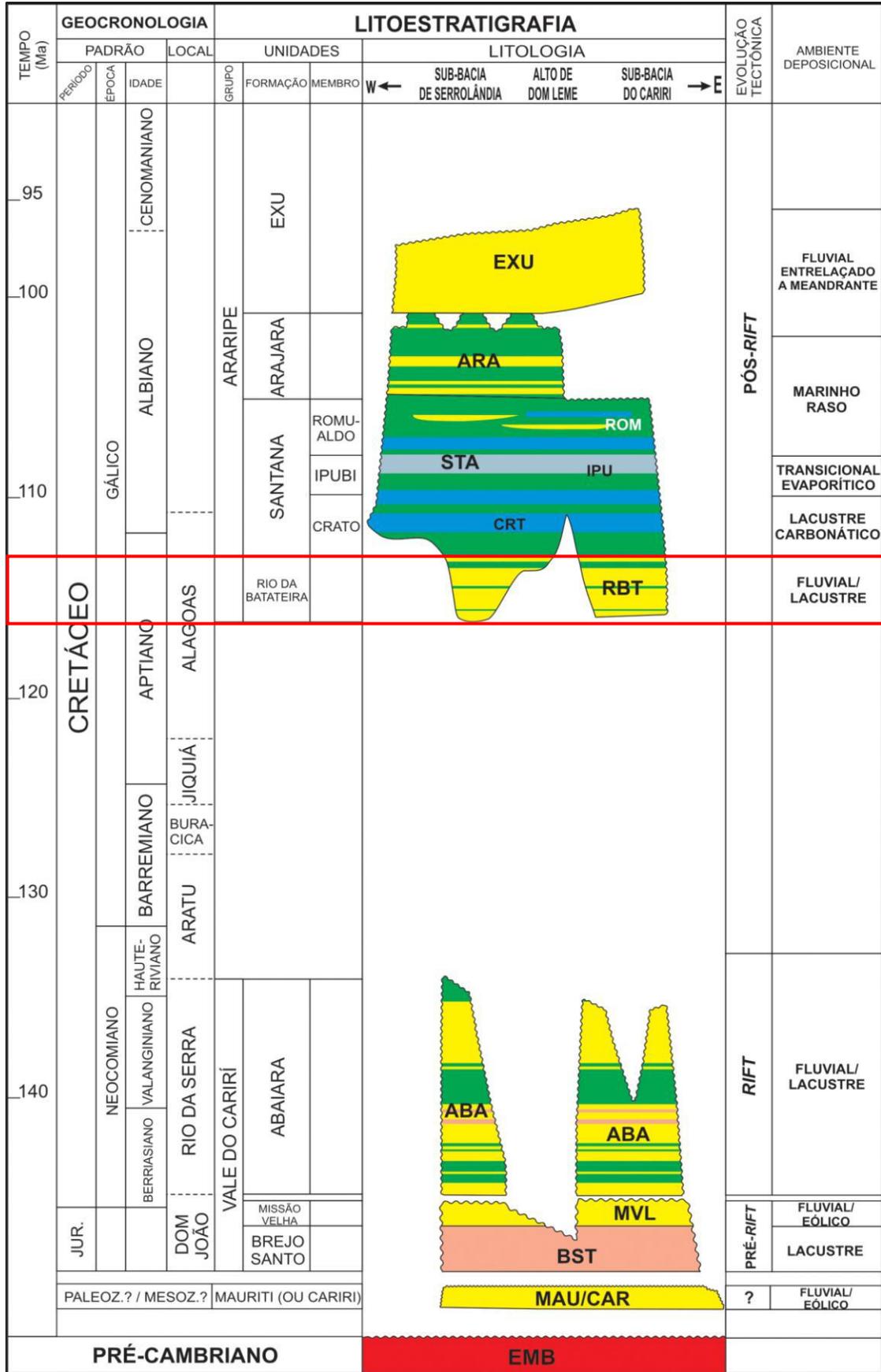


Figura 2 - Carta estratigráfica da Bacia do Araripe proposta por Ponte & Appi (1990), com destaque para a Fm. Rio da Batateira. Retirado de Arai *et al.* (2004).

A Formação Rio da Batateira (Ponte & Appi, 1990), é a primeira unidade do estágio Pós-Rifte e do Grupo Araripe. Ela é caracterizada por dois ciclos sedimentares com características de ambientes fluviais que migram para lacustres, sendo que no primeiro ciclo há predominância da contribuição fluvial enquanto no segundo predomina a contribuição lacustre. Ambos os intervalos são constituídos por arenitos brancos e amarelos, mal selecionados, com estratificação cruzada e que apresentam tendência de granodecrescência ascendente. Entre os ciclos deposita-se uma camada de folhelhos e siltitos negros, fossilíferos, de ambiente lacustre, que caracterizam o Membro Fundão (Rios-Netto *et al.*, 2012). Esta unidade será tratada com mais detalhe posteriormente.

Em seguida depositou-se a Formação Santana, que é subdividida em três membros: Crato, Ipubi e Romualdo, do mais antigo para o mais novo (Beurlen, 1971). Esta unidade é de muita importância na bacia devido a sua alta concentração de fósseis com excelente estado de preservação nas camadas de calcário do Membro Crato, assim como nos folhelhos do Membro Romualdo. Sobreposta está a Formação Arajara (Ponte & Appi, 1990) e, por fim, a Formação Exu (Beurlen, 1962) caracterizando o topo da Bacia do Araripe no Cretáceo Superior (Figura 3).

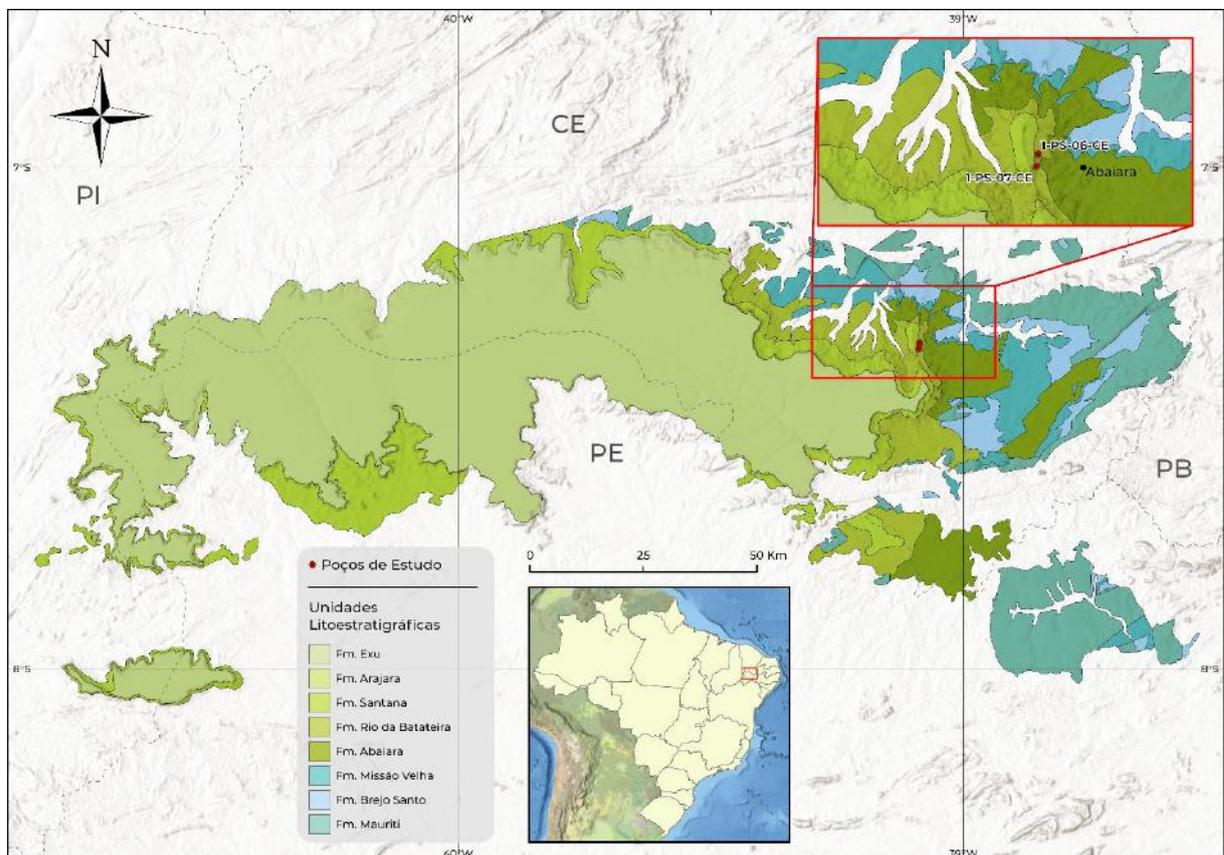


Figura 3 - Mapa geológico da Bacia do Araripe.

2.2. Membro Fundão

Farina (1974) é o primeiro trabalho a fazer uma caracterização do intervalo correspondente ao Membro Fundão. Denominada informalmente como “sequência plumbífera do Araripe”, a unidade é inserida na Formação Santana tendo em vista que a estratigrafia da bacia ainda não tinha a atual classificação e não havia um intervalo denominado como Formação Batateira. A principal seção geológica estudada pelo autor localiza-se às margens do Rio da Batateira, no Sítio Fundão, a mesma localidade que, posteriormente, Rios-Netto *et al.* (2012) utilizariam para formalizar o Membro Fundão. Outras seções na Bacia do Araripe que também exibiram a “sequência plumbífera” de Farina (1974) foram importantes para sua correlação na região nordeste da bacia.

Ainda de maneira informal, a unidade litoestratigráfica subordinada à Formação Rio da Batateira foi definida por Hashimoto *et al.* (1987), recebendo a denominação informal de “camadas Batateira” pois aflorava no Rio da Batateira, que percorre o município do Crato, no estado do Ceará. Neste trabalho o intervalo foi utilizado como camada-guia que possibilitou a correlação entre as bacias do Araripe, do Ceará e Potiguar, tornando equivalente o intervalo das “camadas Batateiras” com as Camadas Trairi, da Bacia do Ceará, e as Camadas Ponta do Tubarão, da Bacia Potiguar. Os autores promoveram esta correlação através de análises geoquímicas e biológicas, assim como análises isotópicas de carbono. Dessa maneira, os autores concluíram que, nas três bacias citadas, essa sedimentação caracteriza alternância entre climas áridos e úmidos, que ocorreram durante uma fase transicional no Aptiano-Albiano.

Rios-Netto *et al.* (2012) propuseram a formalização do intervalo “camadas Batateira”, sob a denominação de “Membro Fundão”, com a utilização de parâmetros litoestratigráficos, palinológicos e de conteúdo de carbono orgânico total em testemunho, somado à correlação com o intervalo em afloramento. O afloramento utilizado como holoestratótipo foi o mesmo estudado por Hashimoto *et al.* (1987), e o testemunho, que serviu como estratótipo suplementar para a formalização, foi proveniente do furo de sondagem 1-PS-06-CE, o mesmo utilizado no presente trabalho. A nomenclatura utilizada para designar a nova unidade proposta é baseada na localização do holoestratótipo, o Sítio Fundão, localizado na cidade do Crato, estado do Ceará.

A “sequência plumbífera” de Farina (1974) posiciona-se entre duas camadas de arenitos e é composta por argilitos escuros cinza amarronzados, com conteúdo carbonoso e carbonático. Há deposição de folhelhos pirobetuminosos cinzas na base com presença de gipsita e, subindo na seção, o intervalo apresenta maiores conteúdos carbonáticos e calcários. O intervalo recebeu tal nomenclatura devido à formação de minerais como galena, pirita, esfalerita, calcopirita e

marcassita. O autor admite ambiente marinho costeiro com base na fauna de gastrópodes e de ostracodes, somado aos estudos de flora das proximidades.

A descrição sedimentológica do Membro Fundão feita por Hashimoto *et al.* (1987) o caracterizou como uma camada de folhelho betuminoso sotoposta a uma camada de calcário. Além disso, dados orgânicos indicaram um ambiente lacustre com predominância de condições anóxicas durante a deposição dos sedimentos, e análises da razão de isótopos estáveis de carbono sugeriram a presença de água salgada no ambiente. Na proposta de revisão estratigráfica da Bacia do Araripe de Ponte & Appi (1990), os autores reafirmam as características sedimentares da unidade.

Seguindo a formalização do Membro Fundão de Rios-Netto *et al.* (2012), o intervalo posiciona-se entre os arenitos fluviais da Formação Rio da Batateira e é composto por argilitos amarronzados na porção basal que passam a ser folhelhos cinza escuros a negros, dos quais compõem a maior parte da litologia. Entre os folhelhos escuros ocorrem camadas de calcário e margas que apresentam níveis calcíferos descontínuos. No topo do membro ocorrem intercalações dos folhelhos escuros com siltitos. Na unidade é possível encontrar conteúdo fossilífero diversificado, contando com detritos vegetais e de algas, palinomorfos, coprólitos, conchostráceos e ostracodes, que são o foco do presente estudo.

Feições de exposição, como gretas de ressecamento, juntamente com o registro litoestratigráfico e o registro fossilífero indicam um paleoambiente lacustre de característica redutora (Ponte & Appi, 1990; Assine, 2007). Uma possível influência marinha durante a deposição dos sedimentos do intervalo (Pons *et al.*, 1990 apud Rios-Netto, 2011), no entanto as evidências que basearam essa conclusão não foram muito concretas porque foram utilizados dinoflagelados com má preservação.

O posicionamento cronoestratigráfico do intervalo do Membro Fundão foi proposto inicialmente por Farina (1974) no Cretáceo Superior, mais precisamente no Aptiano. Lima & Perinotto (1984, 1985) em estudos palinológicos na Formação Missão Velha correlacionam o intervalo do Membro Fundão com a biozona P-270 (*Sergipea variverrucata*) de Regali *et al.* (1974a). Posteriormente, Regali (2001) reavaliou as amostras de Lima & Perinotto (1984, 1985) e confirmou que o intervalo é restrito ao intervalo palinoestratigráfico P-270. Essa idade também é afirmada por Hashimoto *et al.* (1987) e reafirmada por Rios-Netto *et al.* (2012) durante a formalização da unidade, que corresponde ao Andar Alagoas pela denominação dos andares locais do Cretáceo.

Em caráter faciológico, o Membro Fundão é composto por duas fácies sedimentares, sendo a principal delas a de lamitos e folhelhos laminados (pretos) que normalmente é

intercalada com uma camada de calcário; eventualmente esta fácies também ocorre no topo da unidade, sendo sobreposta por truncamentos erosivos de fácies de conglomerados e arenitos conglomerados (Chagas *et al.*, 2007). O estudo dessas fácies foi elaborado com base em cinco perfis estratigráficos na porção nordeste da Bacia do Araripe, utilizando o conceito de Walker (1984).

Os estudos micropaleontológicos focados em ostracodes do Membro Fundão ainda são escassos, embora em grande parte da literatura cite que o intervalo é caracterizado pela presença de grandes quantidades de conteúdo fóssilífero de ostracodes. Fernandes *et al.* (2010) promoveram um estudo deste caráter no Membro Fundão em cinco furos de sondagem, contudo somente dez amostras foram estudadas, distribuídas entres todas as perfurações. Entre os poços em questão, um deles foi o poço 1-PS-07-CE, de onde foram coletadas apenas duas amostras da parte inferior para o estudo das quais somente uma permitiu a recuperação dos ostracodes para análise. Os autores concluíram que ocorreu alternância entre ambientes propícios a diversificação da fauna e ambientes mais estressantes em que predominou o gênero *Candona*. Além disso, também foram relacionados os valores intermediários de diversidade com uma evolução de sistema lacustre de complexidade comum.

Recentemente, Fauth *et al.* (2022) promoveram um estudo em dois testemunhos de furos de sondagem para identificar incursões marinhas na Bacia do Araripe; sendo um deles o poço 1-PS-06-CE. Contando com análises combinadas de estratigrafia e paleontologia, incluindo ostracodes, os autores identificaram três eventos de incursões marinhas primitivas na Bacia do Araripe, sendo duas no Membro Fundão. As conclusões com base nos ostracodes a respeito dessas incursões na unidade são feitas a partir dos muitos espécimes juvenis, com carapaças articuladas, embora as espécies identificadas fossem comuns de ambientes não-marinhos. Este trabalho foi apenas submetido e, portanto, não será abordado na discussão do presente estudo.

2.3. Biozona *Harbinia* spp. 201/218 (*sensu* Do Carmo *et al.*, 2008)

Ao longo das décadas de 1950 e 1960, a exploração de petróleo no Brasil passou por um momento importante na região das bacias sedimentares de Sergipe-Alagoas e Recôncavo-Tucano, já que o contexto geológico não tinha relação com ambientes marinhos — que pautavam as unidades cronoestratigráficas globais — considerando os fósseis de ostracodes e palinomorfos que eram recuperados. Para resolução desta questão, Schaller (1969) e Viana *et al.* (1971) definiram as unidades locais que compõem a Série Recôncavo (Andares Dom João, Rio da Serra, Aratu, Buracica, Jiquiá e Alagoas), com todos os limites definidos, exceto o topo

do Andar Alagoas, a partir de eventos fósseis de ostracodes não-marinhos (Antunes *et al.*, 2018).

A proposta do Andar Alagoas foi formalizada por Schaller (1969) em trabalho na Bacia Sergipe-Alagoas, correlacionando dados litológicos com dados geofísicos, sobreposto ao Andar Jiquiá. Com base nos ostracodes não-marinhos, o Andar Alagoas foi posicionado na Zona 010/011 da coluna bioestratigráfica. Esta biozona foi caracterizada pela ocorrência do grupo “*Cytheridae*” ? spp. 201/218, e posteriormente Moura (1987) formalizou o código 011 para esta biozona. Coimbra *et al.* (2002), a partir de estudos com ostracodes na Bacia do Araripe, confirma a biozona formalizada por Moura (1987).

Baseado em estudos de ostracodes de seções correlatas, Krömmelbein & Weber (1971) descreveram a subespécie do gênero *Hourcquia*, enquanto Bate (1972) descreveu o gênero *Pattersoncypris*. Posteriormente Do Carmo *et al.* (2008) considera os gêneros *Hourcquia* e *Pattersoncypris* sinônimos para o gênero *Harbinia* e propõe a atualização do nome Biozona 011 para Biozona *Harbinia* spp. 201/218.

Poropat & Colin (2012a) apresentam nova perspectiva sobre o gênero *Harbinia* (*Harbinia angulata*, *Harbinia sinuata*, *Harbinia symmetrica*, *Harbinia salitrensis* e *Harbinia micropapillosa*) e revalidam a denominação *Pattersoncypris*, assim como propuseram o gênero *Kroemmelbeincypris* para as espécies *Pattersoncypris angulata* e *Pattersoncypris symmetrica*. Contudo, neste trabalho considera-se a abordagem de Do Carmo *et al.* (2008), sem tratar da discussão taxonômica sobre a denominação de gênero, e, portanto, trata todas essas espécies citadas como pertencentes ao gênero *Harbinia* e como espécies-índice de ostracodes da Biozona *Harbinia* spp. 201/218.

Nascimento *et al.* (2017), a partir dos ostracodes encontrados, posicionaram a Biozona “*Cytheridea*”? spp. ex. Grupo 201/218 como Biozona *Damonella grandiensis*, código 011. De acordo com os autores, os nomes das biozonas propostas por Do Carmo *et al.* (2008) e Poropat e Colin (2012a) não compõem um fóssil guia, e sempre inclui diversas espécies do gênero *Pattersoncypris* (sinonímia *Harbinia* e o novo gênero *Kroemmelbeincypris*). O fóssil guia proposto (*Damonella grandiensis*) no referido estudo possibilitaria uma correlação mais segura com biozonas referenciadas.

A maioria das espécies apresenta comprimentos microscópicos (0,4 a 1,5 milímetros), embora há espécies macroscópicas conhecidas de ambientes marinhos que alcançam até 30 milímetros em seu tamanho (Moore *et al.*, 1961). Ao longo do seu crescimento, os ostracodes passam por processos de ecdise, nos quais eles trocam de carapaça até chegar a sua forma adulta. Cada período entre essas trocas corresponde a um estágio ontogenético (*instar*), que são nove, começando desde o “A-8” — mais juvenil —, seguindo em ordem decrescente (A-7, A-6, A-5, A-4, A-3, A-2, A-1) até o estágio adulto (Kesling, 1961) (Figura 5).

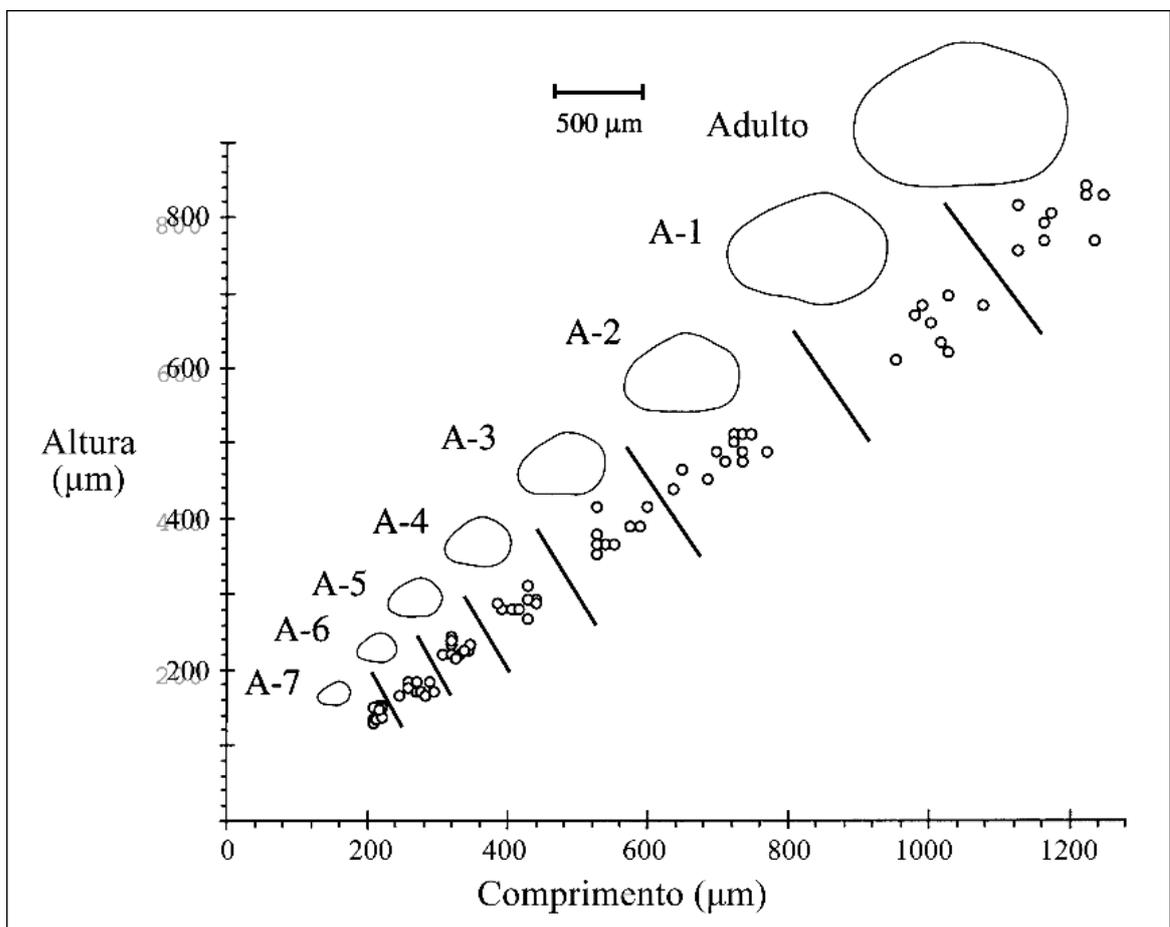


Figura 5 - Estágios ontogenéticos da espécie *Harbinia micropapillosa*. Modificado de Smith (2000).

3.2. Sistemática

O naturalista dinamarquês O. F. Müller descreveu os primeiros ostracodes nomeados em 1776. A Classe Ostracoda, que está inserida no Filo Arthropoda e no Subfilo Crustacea, é

subdividida nas subclasses Podocopa (ordens Palaeocopida, Platycopida e Podocopida) e Myodocopa (ordens Myodocopida e Halocyprida) (Horne, 2005).

A ordem Podocopida é a mais comum e mais diversa no Cretáceo, em ambientes marinhos e não-marinhos, sendo a única com registro em ambientes não-marinho durante o período. Em ambientes marinhos também há registros das ordens Platycopida, Halocyprida e Myodocopida. As superfamílias Bairdioidea, Cytheroidea, Cypridoidea e Sigilloidea, da ordem Podocopida, são as que ocorrem durante o Cretáceo (Horne, 2005) (Figura 6).

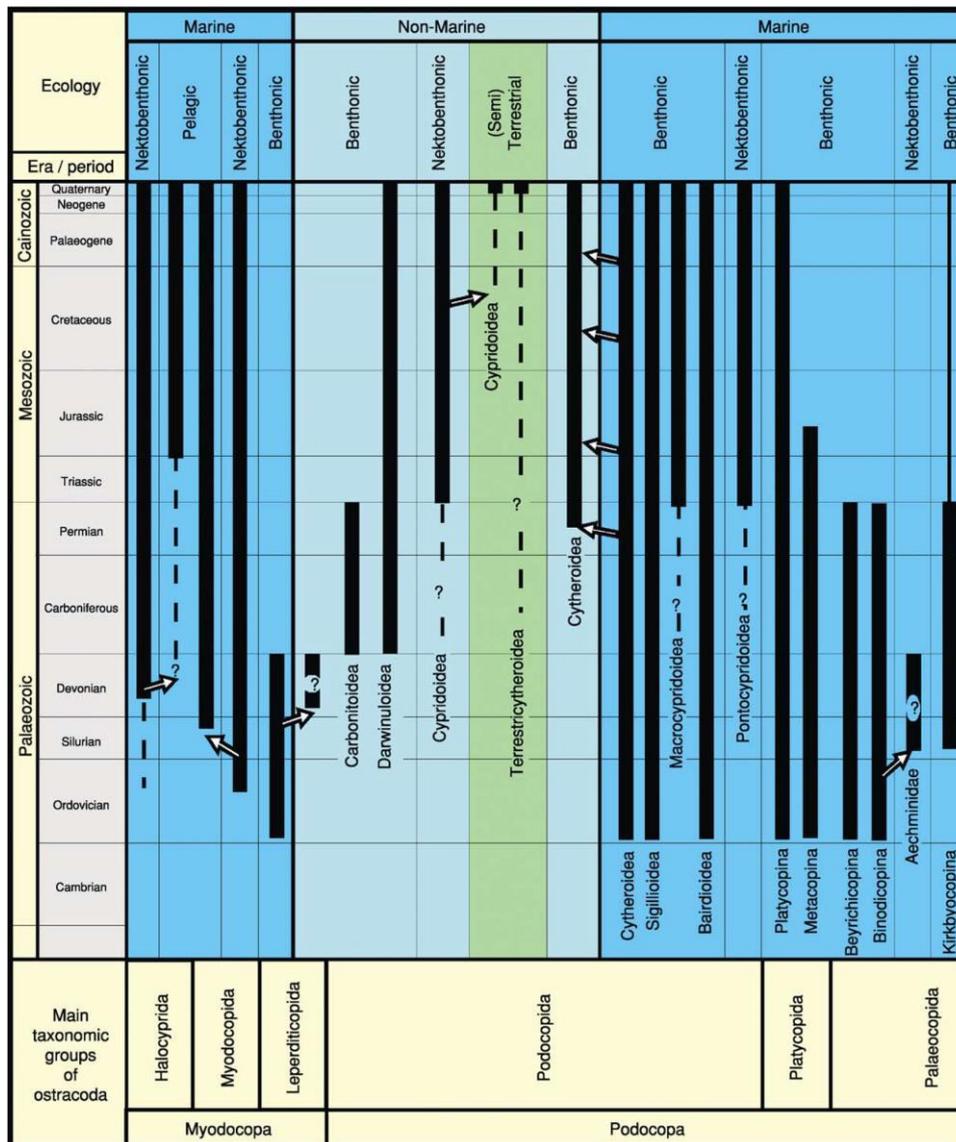


Figura 6 - Distribuição cronoestratigráfica e ecológica da Classe Ostracoda. Retirado de Horne (2005).

3.3. Bioestratigrafia

Os ostracodes são conhecidos por representarem um grupo com potencial bioestratigráfico amplamente reconhecido em seções continentais. É possível citar sua aplicação de caráter bioestratigráfico nas bacias atlânticas, tanto da margem brasileira quanto da margem africana, nos estudos do intervalo pré-sal (Colin & Lethiers, 1988; Poropat & Colin, 2012b).

É importante citar suas vantagens frente a outros grupos de microfósseis na bioestratigrafia. Os ostracodes alcançam longo intervalo estratigráfico, cobrindo todo Fanerozoico, além de habitarem em praticamente todos os ambientes aquáticos, e isso permite com que sejam usados em zoneamentos de quase todos os tipos de fácies, incluindo ambientes que não se encontram outros grupos. O fato de serem metazoários também é uma vantagem, porque permite um entendimento melhor das modalidades de especiação (Colin & Lethiers, 1988).

Embora haja limitações, os estudos bioestratigráficos baseados em ostracodes tem aplicações em correlações de poços e afloramentos, datação relativa, geologia estrutural, correlações de longa distância e mapeamento geológico (Colin & Lethiers, 1988).

3.4. Paleoecologia e Paleoambiente

As condições paleoambientais e paleoecológicas são parâmetros que podem ser determinados de acordo com fatores como a presença e abundância das assembleias de ostracodes, já que servem como controladores para esses pequenos crustáceos (Carbonel, 1988; Armstrong & Brasier, 2005). Características hidrológicas do habitat, salinidade, temperatura e concentrações de solutos nos ambientes são algumas das informações que podem ser obtidas a partir das análises dos ostracodes em determinado intervalo (Holmes, 2001).

A presença em praticamente todos os ambientes aquáticos também é um aspecto muito importante na aplicação dos estudos de ostracodes. A possibilidade de existência desde ambientes de águas hipersalinas a doces, em ambientes marinho e terrestres, aparecendo até em águas subterrâneas e corpos de água isolados, faz com que esses crustáceos sejam uma ferramenta de alto potencial na reconstrução paleoambiental (Sames, 2010) (Figura 7).

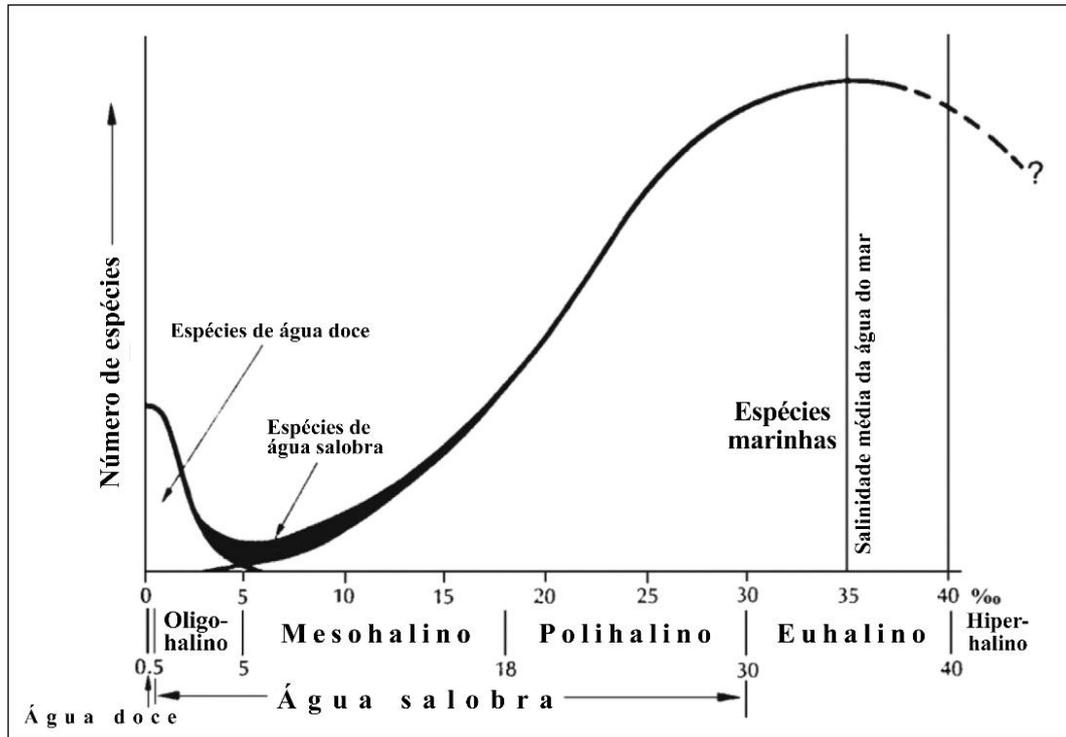


Figura 7 - Salinidade e diversidade de espécies, de acordo com Hudson (1997). Modificado de Do Carmo *et al.* (2018).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Material

Este trabalho contou com a análise de 15 amostras coletadas no testemunho de sondagem do poço 1-PS-06-CE (abreviado como “PS-06”) e 19 amostras do testemunho do poço 1-PS-07-CE (abreviado como “PS-07”). As amostras coletadas correspondem ao Membro Fundão, Formação Rio da Batateira, de acordo com as descrições litológicas do testemunho feitas previamente por Paula-Freitas (2009) (Figura 8 e Figura 9).

Os furos de sondagem foram perfurados no ano de 1978, no âmbito do Projeto Santana II, um esforço da então Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) — hoje, Serviço Geológico do Brasil — que visava o entendimento da geologia da faixa oriental da Chapada do Araripe para a prospecção de sulfetos metálicos. O poço 1-PS-06-CE tem localização, em coordenadas UTM, Zona 24S, 9187680 N e 0490500 E; e profundidade máxima de 121,80 metros. A localização do furo 1-PS-07-CE corresponde a 9186360 N e 0490310 E; e sua profundidade é de 120,30 metros. Ambos foram perfurados no município de Abaiara, estado do Ceará.

De acordo com a descrição prévia de Paula-Freitas (2009), o Membro Fundão no poço 1-PS-06-CE corresponde ao intervalo entre as profundidades de 86,20 e 121,80 metros; a unidade no poço 1-PS-07-CE representa o intervalo que fica entre as profundidades 84,5 e 120,30 metros, correspondendo à base em ambos os testemunhos (Rios-Netto, 2011).

As amostras coletadas para o presente estudo estão inseridas nestes intervalos, em seus respectivos poços, e buscou a abrangência total do Membro Fundão em ambos, tendo em vista que todas as amostras disponíveis foram utilizadas para as análises. Portanto, a irregularidade do espaço de amostragem justifica-se pela própria disponibilidade de amostras que havia dentro do perfil.

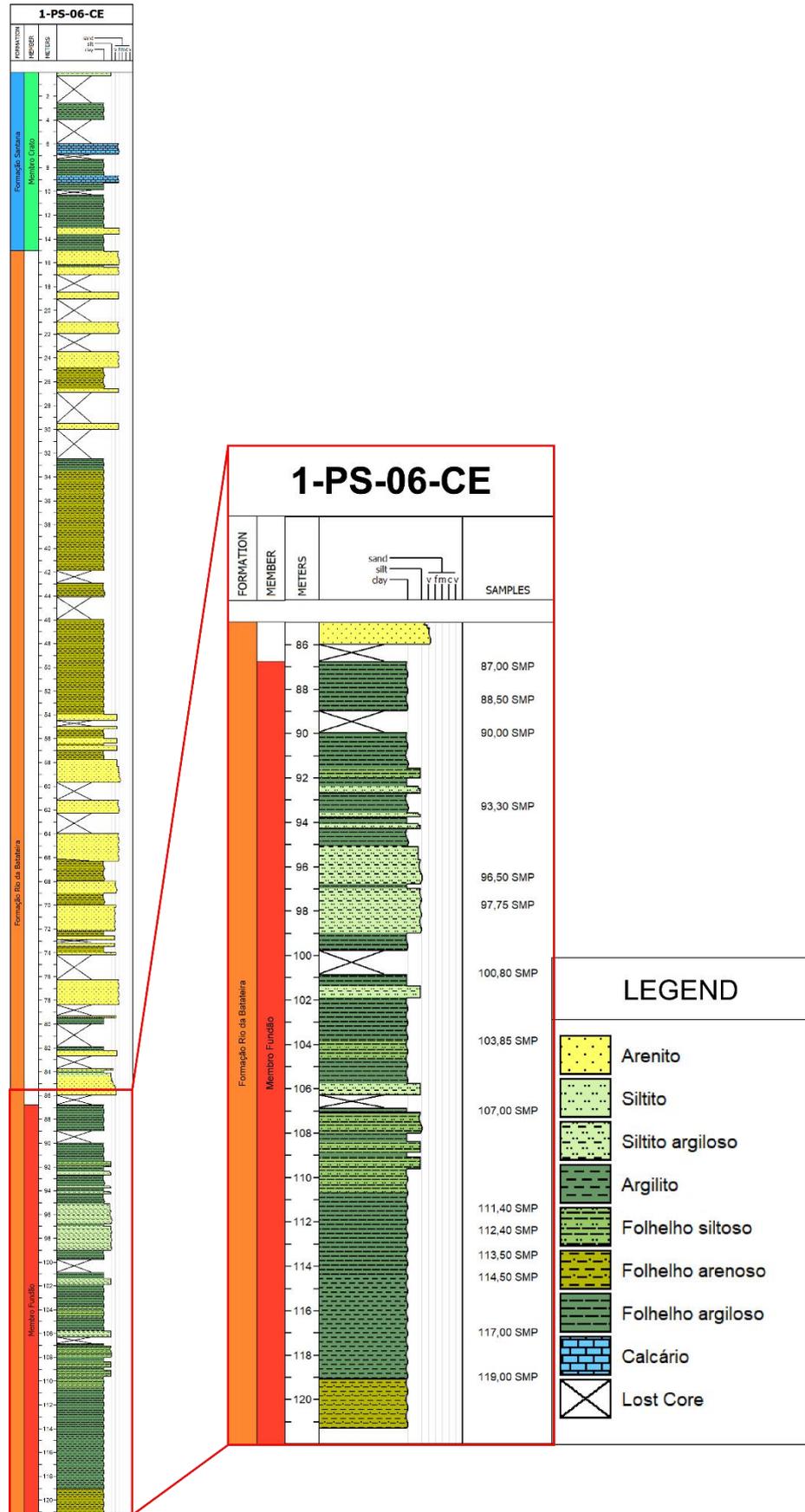


Figura 8 - Perfil estratigráfico do poço 1-PS-06-CE. Modificados de Paula-Freitas (2009).

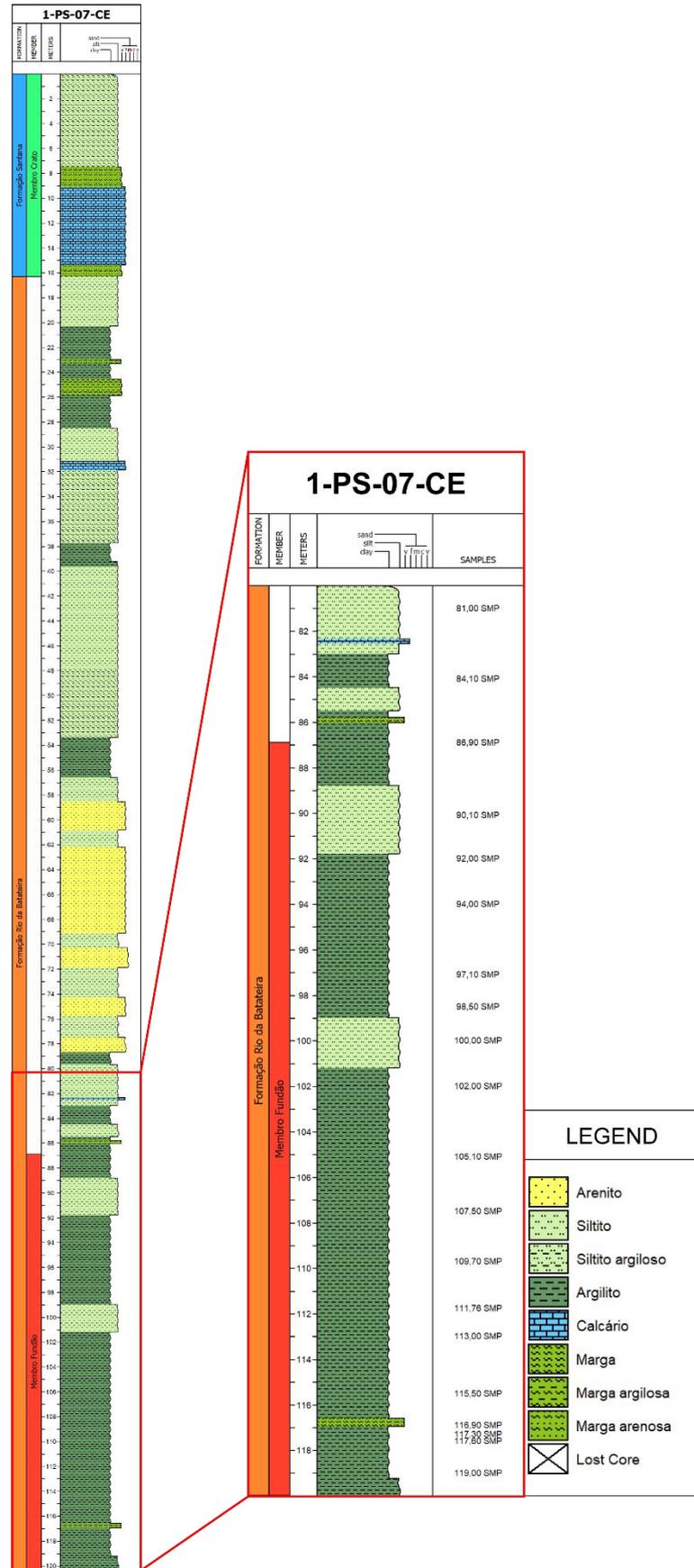


Figura 9 - Perfil estratigráfico do poço 1-PS-07-CE. Modificados de Paula-Freitas (2009).

4.2. Métodos

A metodologia utilizada neste trabalho para a preparação das amostras seguiu os procedimentos padrão para a recuperação de microfósseis calcários (Piovesan *et al.*, 2017) (Figura 10).

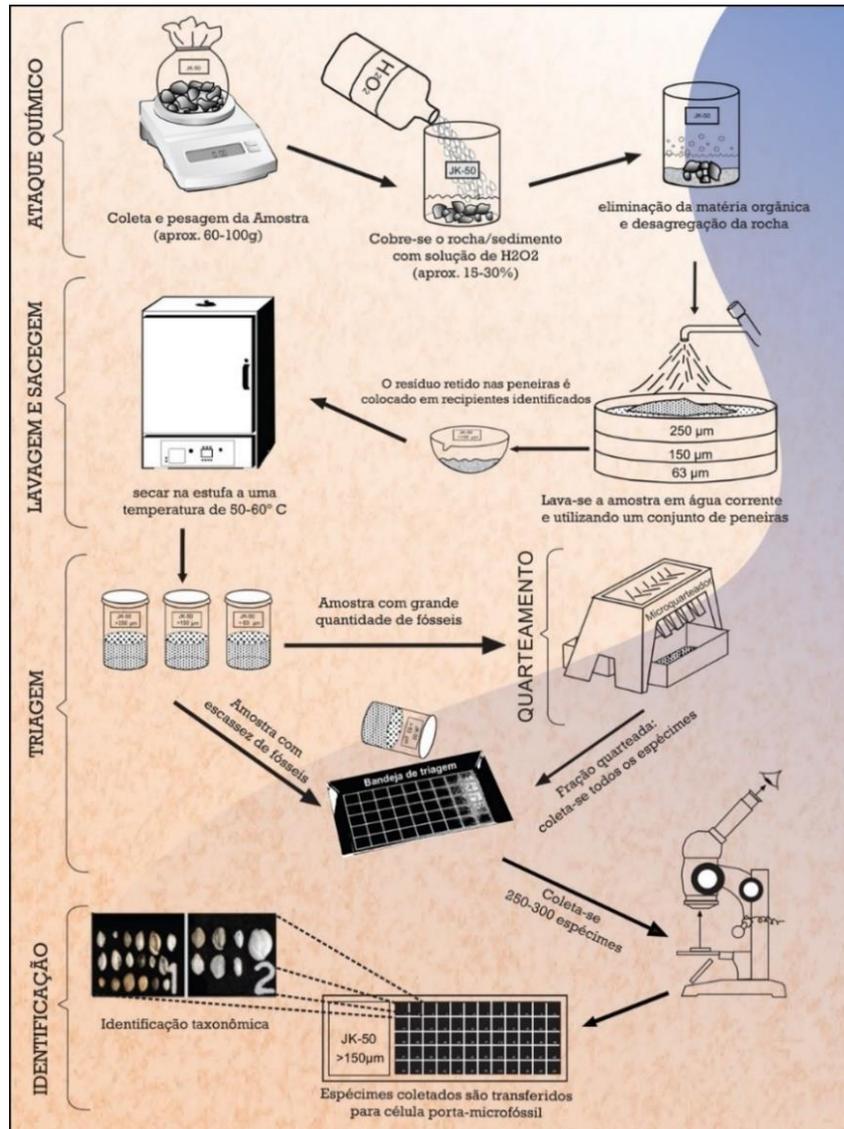


Figura 10 - Procedimentos de preparação e estudo de microfósseis calcários. Modificado de Piovesan *et al.* (2017).

Começando pela coleta e pesagem, a fim de obter aproximadamente 60 gramas, a amostra é triturada manualmente em um pilão com o auxílio de uma marreta. Após esse processo, cada amostra é colocada em um béquer e coberta com uma solução de 30% de H_2O_2 (peróxido de hidrogênio) até que toda matéria orgânica reaja com o peróxido e ocorra a desagregação da rocha.

Com a rocha desagregada, passa-se para a lavagem da amostra com água corrente utilizando um conjunto de peneiras de 250 μm , 125 μm e 63 μm . O conteúdo de cada peneira é separado em recipientes identificados e encaminhado para uma estufa, onde passa por um processo de secagem a uma temperatura em torno de 50°C.

Com as amostras secas e separadas por tamanho das peneiras, elas podem seguir para a triagem em caso de escassez de material a ser triado ou, caso haja muito material, é necessário o procedimento de quarteamento. As etapas de triagem e classificação taxonômica contaram com o auxílio de um estereomicroscópio Leica M165C, com aumento de 0,73X a 12X. A triagem promoveu a coleta e contabilização dos ostracodes recuperados nas peneiras de 250 μm e 125 μm , que posteriormente foram classificados taxonomicamente.

A triagem visa a coleta de 300 espécimes por fração de amostra ou por amostra completa para fins de representação estatística. Foram triadas completamente as amostras com menos de 300 espécimes; para amostras com alta abundância, o processo de quarteamento as dividiu em frações que contém aproximadamente esta quantidade e o valor foi normatizado em relação à fração alcançada no quarteamento. A contagem considerou como espécimes cada molde, carapaça e valva encontrada (Dennison & Hay, 1967; Fatela & Taborada, 2002).

Cada espécime coletado passou pelo processo de identificação taxonômica baseada em literatura especializada (Krömmelbein & Weber, 1971; Bate, 1972; Krömmelbein & Weber, 1985; Do Carmo *et al.*, 2004; Gobbo, 2006; Ramos *et al.*, 2006; Tomé, 2007; Do Carmo *et al.*, 2008; Antonietto, 2010; Tomé, 2011; Antonietto *et al.*, 2012; Do Carmo *et al.*, 2013; Tomé *et al.*, 2014; Leite *et al.*, 2018; Melo *et al.*, 2020; Fauth *et al.*, 2022). A classificação supragenérica segue Horne (2005) e a atribuição ao gênero *Harbinia* Tsao, 1959 emend Hou, 1984 proposta por Do Carmo *et al.* (2008); a terminologia morfológica utilizada é baseada em Kesling (1951) e Sames (2011b).

As informações obtidas nas análises foram plotadas no *software* StrataBugs®, relacionando os dados micropaleontológicos com o perfil estratigráfico.

As imagens dos espécimes mostradas no presente estudo foram geradas por câmera fotográfica acoplada a estereomicroscópio Leica M165C no Laboratório de Micropaleontologia Aplicada da UFRJ (MicrA/UFRJ) e por microscópio eletrônico de varredura (MEV) no Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), pelo equipamento HITACHI 3030TM Plus, que operou a 15 kV em modo de baixo vácuo utilizando detector de elétrons secundários.

Os resíduos que não foram incluídos neste trabalho estão armazenados no Laboratório de Micropaleontologia Aplicada da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MicrA/UFRJ),

Brasil, sob os códigos de catálogo LM-19/137 a LM-19/151, referente ao poço 1-PS-06-CE, e LM-19/184 a LM-19/201, referente ao poço 1-PS-07-CE.

5. RESULTADOS

5.1. Recuperação

A recuperação dos espécimes em ambos os poços se mostrou semelhante em termos de qualidade dos fósseis, no entanto com diferenças quantitativas. O presente estudo iniciou as análises pelo poço 1-PS-06-CE, no qual foi recuperado um número bem elevado de espécimes, no entanto os fósseis identificáveis e utilizados no trabalho foram bem inferiores já que a maior parte do material recuperado eram fragmentos de carapaças e moldes internos dos ostracodes que não são conclusivos para a identificação e classificação taxonômica. Embora tenha apresentado um número muito inferior de espécimes coletados durante a triagem, o mesmo comportamento em caráter de qualidade foi observado no poço 1-PS-07-CE, com poucos espécimes com possibilidade de serem classificados.

Na medida do possível, buscou-se alcançar o nível de espécie na classificação taxonômica, o que ocorreu na maioria dos casos analisados. Porém, em alguns casos, a identificação taxonômica chegou até níveis genéricos. Desta maneira foi possível estabelecer as relações de caráter paleoambiental e paleoecológico ao longo da seção estudada.

De maneira geral, os exemplares recuperados correspondem, de maneira predominante, aos que foram retidos nas peneiras de 125 μm . Esses espécimes são a maioria em todas as amostras do poço 1-PS-06-CE, o que certamente corresponde a ostracodes de estágios juvenis da sua série ontogenética devido as suas medidas. Com relação ao poço 1-PS-07-CE, apesar da maioria das profundidades exibir o mesmo padrão do poço 1-PS-06-CE com relação às dimensões dos ostracodes, em algumas amostras a recuperação de espécimes das peneiras de 250 μm ultrapassou a de 125 μm (117,60 m, 117,30 m, 113,30, 98,50 m e 92,00 m). Isto pode significar uma presença maior de ostracodes em estágios mais avançados na sua ontogenia, mais próximos ao adulto.

5.2. Taxonomia e Sistemática

A taxonomia supragenérica seguiu (Horne, 2005), em re a nível de gênero e espécie foi baseada em literatura especializada (Krömmelbein & Weber, 1971; Gobbo, 2006; Ramos *et al.*, 2006; Do Carmo *et al.*, 2008; Antonietto, 2010; Sames, 2011b; Tomé, 2011; Antonietto *et al.*, 2012; Do Carmo *et al.*, 2013; Tomé *et al.*, 2014; Do Carmo *et al.*, 2018).

A partir deste item, considerou-se apenas os espécimes que possibilitaram a classificação taxonômica a nível de gênero e de espécie, e para espécimes que não alcançaram esta condição, aplicou-se a denominação Ostracoda sp. indet.

Dentro do intervalo nos poços estudados, foram encontrados fósseis de ostracodes de quatro famílias da ordem Podocopida: Candonidae, Cyprididae, Darwinulidae e Limnocytheridae; todas elas estão associadas a ambientes não-marinhos. No total, foram recuperadas 16 espécies divididas em 5 gêneros diferentes (*Brasacypris*, *Damonella*, *Darwinula*, *Harbinia* e *Theriosynoecum*). Pela contagem normalizada de todos os indivíduos, foram classificados 1.133 espécimes no 1-PS-06-CE e 500 espécimes no 1-PS-07-CE.

As estampas ilustrativas dos ostracodes são exibidas na seção Anexos.

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: Para o presente estudo, decidiu-se seguir a proposta de Do Carmo *et al.* (2008, 2013) e Antonietto *et al.* (2012) de atribuir aos gêneros classificados como *Pattersoncypris* Bate, 1972 e *Hourcquia* Krömmelbein & Weber, 1971 a nomeação do gênero *Harbinia* (Tsao, 1959) emend Hou, 1984. Existe o debate dentro da comunidade de micropaleontólogos que estudam ostracodes sobre a sinonímia de espécies associadas a abertura do Atlântico Sul *Pattersoncypris* Bate, 1972 e *Kroemmelbeincypris* Poropat & Colin, 2012a com as espécies da Ásia de *Harbinia* (Tsao, 1959) emend Hou, 1984. No entanto, o presente trabalho seguirá a proposta de correlação dos gêneros citados, tendo em vista que seu objetivo não é promover a discussão deste tópico, embora sejam necessários novos estudos que esclareçam tal questão.

Harbinia alta Antonietto *et al.*, 2012

Estampa 1; 1-3

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.

2022 *Pattersonocypris alta?* Fauth *et al.*, p.24, fig. 3, D.

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 triangular em vista lateral, com a região ântero-mediana sendo a que atinge a maior altura e a região com o maior comprimento é a ventromediana; não é possível perceber sobreposição. Margem ventral sub-reta; margem dorsal levemente convexa com protuberância pronunciada próxima à margem anterodorsal; linha de charneira retilínea, com inclinação oblíqua para a extremidade posterior. Ângulo cardeal visível em ambas as valvas. 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: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 11 espécimes (PS-06) e 29 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 107,00 m e 114,50 m (PS-06); 115,50 m, 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Espécimes figurados: LM-19/200A, LM-19/200B e LM-19/200C. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 1: comprimento 470 μm , altura 308 μm ; 2: 598 μm , altura 375 μm ; 3: comprimento 472 μm , largura 246 μm .

Discussão: *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*). A espécie *H. alta* tem padrão de sobreposição diferente de outras espécies de *Harbinia*, pois a valva direita sobrepõe a margem livre da esquerda na extremidade anterior e entre a margem póstero-ventral e a posterior. Espécimes identificados e ilustrados como *Hourcquia 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 30 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). Formação Barbalha, “camadas Batateira”, Aptiano (Fauth *et al.*, 2022). Bacia do Grajaú, Formação Codó, Neoaptiano (Ramos *et al.*, 2006), Aptiano (Barros *et al.*, 2022). Aptiano (Soldani, 2022). No presente trabalho.

Harbinia angulata Krömmelbein & Weber, 1971

Estampa 1; 4-6

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

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

1990 *Hourcquia 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.

2022 *Pattersoncypris angulata* Fauth *et al.*, p. 24, fig. 3, F

Diagnose: Margem dorsal e posterior anguladas, aparecimento ocasional de ornamentação com aspecto de cicatriz; valva esquerda maior que a direita. (Krömmelbein & Weber, 1971).

Descrição: Margem dorsal e posterior anguladas. A região mediodorsal é a que atinge a maior altura enquanto o maior comprimento na região ventromediana. Carapaça com preservação muito ruim e não é possível observar ornamentações.

Holótipo: 1C, figurada na est. 6, fig. 23; BfB, tipo nº 7795. 31

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: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 244 espécimes (PS-06) e 62 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 103,85 m, 107,00 m, 11,40 m, 112,40 m, 113,50 m e 114,50 m (PS-06); 105,10 m, 115,50 m, 116,90 m, 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Espécimes figurados: LM-19/147A, LM-19/147B e LM-19/147C. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 4: comprimento 250 µm, altura 159 µm; 5: comprimento 245 µm, altura 162 µm; comprimento 236 µm, largura 120 µm.

Discussão: *Harbinia angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971) é diferente de *H. micropapillosa* (Bate, 1972) e de *H. sinuata* (Krömmelbein & Weber, 1971) pois não apresenta a corcova dorsomediana comum a *H. micropapillosa*, e por apresentar forma 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* normalmente são menores que o *H. micropapillosa*. Baseado em 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*, pois seu formato é menos alongado comparado ao de *H. angulata* e sua ornamentação é 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). Formação Barbalha, “camadas Batateira”, Aptiano (Fauth *et al.*, 2022). Bacia do Cedro, em sedimentos relacionados à Formação Crato, Aptiano (Tomé, 2011). Bacia do Grajaú, Formação Codó, Neoaptiano (Ramos *et al.*, 2006). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Barros *et al.*, 2022). Aptiano (Soldani, 2022). No presente trabalho.

Harbinia crepata Do Carmo *et al.*, 2013

Estampa 1; 7

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 em vista lateral, com corcova baixa na região anteromediana. Ângulo cardinal posterior visível embora pouco marcado. Margens anterior e posterior arredondadas (Do Carmo *et al.*, 2013).

Descrição: Carapaça grande e subtriangular alongada em vista lateral, alcança altura máxima na região antero-mediana e comprimento máximo a meia altura. Linha de charneira suavemente inclinada para a extremidade posterior com corcova ântero-dorsal ligeiramente proeminente. Ângulo cardinal posterior amplamente obtuso, mas perceptível. Margem ventral quase reta; margens anterior e posterior grandes e arredondadas.

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: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 6 espécimes (PS-06) e 66 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 107,00 m (PS-06); 105,10 m, 113,00 m, 115,50 m, 116,90 m, 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Espécimes figurados: LM-19/200D. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 7: comprimento 561 µm, altura 353 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). Aptiano (Soldani, 2022). No presente trabalho.

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

Estampa 2; 8-10

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

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

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

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

1990 *Pattersoncypris 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 *Pattersoncypris 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 *Pattersoncypris micropapillosa* (Bate): Tomé, p. 80-82, figs. 43 e 60.

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

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

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

2022 *Harbinia micropapillosa*: Barros *et al.*, p. 5, fig. 3, G-H. 34

2022 *Pattersoncypris micropapillosa* Fauth *et al.*, p. 24, fig. 3, G

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

Diagnose emendada: Carapaça oval com corcova anterodorsal pronunciada. Extremidade anterior mais arredondada comparada à 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, Io.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: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 106 espécimes (PS-06) e 80 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 107,00 m, 111,40 m e 112,40 m (PS-06); 98,50 m, 105,10 m, 115,50 m, 116,90 m, 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Espécimes figurados: LM-19/147D, LM-19/147E e LM-19/147F. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 8: comprimento 659 μm , altura 516 μm ; 9: comprimento 618 μm , altura 463 μm ; 10: comprimento 668 μm , largura 303 μm .

Discussão: De acordo com Do Carmo *et al.* (2008), o diagnóstico emendado 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). Formação Barbalha, “camadas Batateira”, Aptiano (Fauth *et al.*, 2022). Bacias de Santos, Campos e Espírito Santo (Piovesan *et al.*, 2013). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Barros *et al.*, 2022). Aptiano (Soldani, 2022). No presente trabalho.

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

Estampa 2; 11

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

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

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

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

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

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

1990 *Hourcquia 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.

2022 *Pattersoncypris salitrensis* Fauth *et al.*, p. 24, fig. 3, E

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 emendada: 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 em vista lateral, com maior altura na região mediana e maior comprimento na região ventromediana. Margem dorsal ligeiramente convexa, com pequena saliência próxima à margem ântero-dorsal. Linha de charneira sub-retilínea. Margem ventral quase reta; margem anterior arredondada; margem posterior ligeiramente infracurvada.

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: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 305 espécimes (PS-06) e 32 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 103,85 m, 107,00 m, 111,40 m, 112,40 m, 113,50 m e 114,50 m (PS-06); 92,00 m, 105,10 m, 115,50 m, 116,90 m, 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Espécimes figurados: LM-19/149A. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 11: comprimento 299 µm, altura 195 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). Formação Barbalha, “camadas Batateira”, Aptiano (Fauth *et al.*, 2022). 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). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Soldani, 2022). No presente trabalho.

Harbinia sinuata (Krömmelbein and Weber, 1971)

Estampa 2; 12-14

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 sub-ovalada em vista lateral. Altura máxima na região meiodorsal próxima à posterodorsal. Comprimento máximo entre as regiões mediana e ventromediana. Margem dorsal com corcova pequena, mas bem desenvolvida. Linha da charneira sub-retilínea mergulhando obliquamente para a extremidade posterior. Margem ventral ligeiramente côncava. 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: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 61 espécimes (PS-06) e 46 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 97,75 m, 111,40 m, 112,40 m, 113,50 m e 114,50 m (PS-06); 90,10 m, 105,10 m, 115,50 m, 116,90 m, 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Espécimes figurados: LM-19/198A, LM-19/198B e LM-19/198C. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 12: comprimento 309 μm , largura 157 μm ; 13: comprimento 280 μm , altura 175 μm ; 14: 258 μm , largura 171 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). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Soldani, 2022). No presente trabalho.

Harbinia symmetrica (Krömmelbein & Weber, 1971)

Estampa 2; 15

1971 *Hourcqia angulata symmetrica* Krömmelbein & Weber: 81, est. 6, fig. 25a-c.

1990 *Hourcqia?* sp. 2: Silva-Telles & Viana, 318-321, est. 2, fig. 8.

1990 *Hourcqia angulata symmetrica* (Krömmelbein & Weber, 1971): Silva-Telles & Viana, 318-321, ests. 1 e 3, fig. 8.

1990 *Cultella* sp.1 e sp.2: Depèche, Bérthou & Campos, 305-308, pl. 2, fig. 1-3.

1990 *Cultella* sp. Depèche, Bérthou & Campos 307-308, pl. 3, fig. 19.

2002 *Pattersonocypris angulata symmetrica* (Krömmelbein & Weber): Coimbra, Arai & Carreño, 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.

2012 *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 original: Carapaça grande (comprimento com cerca de 1 mm). Altura máxima 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 ligeiramente côncava, com corcova pouco pronunciada na região mediana. Ângulo cardinal traseiro arredondado nas válvulas esquerda e direita, mas quase imperceptível a princípio. Margem ventral subretilínea. Extremidades dianteiras e traseiras largamente arredondadas. Sem ornamentação visível.

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

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

Localidade: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 170 espécimes (PS-06) e 8 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 107,00 m, 111,40 m, 112,40 m, 113,50 m e 114,50 m (PS-06); 116,90 m, 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Espécimes figurados: LM-19/199A. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 15: comprimento 568 µm, altura 328 µm.

Discussão: Poropat & Colin (2012) consideram esta espécie como parte do gênero *Kroemmelbeincypris* devido a diferenças no contorno da carapaça, mas Tomé *et al.* (2014) invalida esse gênero, com a justificativa de que essa diferença de contorno como variações intraespecíficas devido ao polimorfismo, causado por variações no ambiente. Além disso, 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*. Os espécimes registrados no presente estudo são semelhantes às espécies descritas por Krömmelbein & Weber (1971).

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). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Soldani, 2022). No presente trabalho.

***Harbinia* sp.**

Descrição: Carapaça subtriangular em vista lateral, com altura máxima entre a mediodorsal e anterodorsal que coincide com a corcova que se pronuncia levemente. Margem anterior maior e arredondada e margem posterior mais estreita. Não foi possível alcançar níveis específicos durante a classificação taxonômica dos indivíduos.

Localidade: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 49 espécimes (PS-06) e 50 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 97,75 m, 111,40 m e 112,40 m (PS-06); 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Gênero *Brasacypris* Krömmelbein, 1965b

Brasacypris sp.

Estampa 3; 23

Descrição: Carapaça grande e subretangular, com a margem dorsal apresentando uma corcova sutil, mas visível. A margem ventral retilínea, levemente convexa. Margens anterior e posterior são arredondadas, com a posterior mais pronunciada. Este gênero é o único que apresenta um espécime que ultrapassa 1 mm de comprimento.

Localidade: Poço 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E.

Material: 5 espécimes (PS-07).

Espécimes figuradas: LM-19/199B. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 23: comprimento 1037 µm, altura 771 µm.

Ocorrência: 92,00 m, 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Família **CANDONIDAE** Kaufmann, 1900

Gênero *Damonella* Anderson, 1966

Damonella grandiensis Tomé *et al.*, 2014

Estampa 3; 16-18

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 original: Carapaça que apresenta dimorfismo 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 pósteroventral e em toda a margem ventral (Tomé *et al.*, 2014).

Descrição: Carapaça dimórfica, com formato subtriangular elipsóide na vista lateral. Margem ventral 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 medial da válvula; maior altura da valva pósteromedial a medial. Valva direita maior que a esquerda, com recobrimento em toda a margem ventral. Superfície lisa. Dimorfismo perceptível. O formato da carapaça do macho é elipsoidal e sub-retangular na vista dorsal, enquanto a carapaça da fêmea é mais larga que a do macho, com a largura máxima da carapaça na região posteromedial.

Holótipo: Carapaça adulta de ambos os sexos, N. DG-CTG-UFPE-1158 - (Fig. 10 A e C) e N. DG-CTG-UFPE-1157 - (Fig. 10 D e F).

Localidade-Tipo: Brasil, Estado de Pernambuco, Município de Missão Velha, porção leste da Serra da Mãozinha. Coordenadas em UTM 490310 E e 9186360 N.

Horizonte-Tipo: Poço 1-PS-07-CE, Bacia do Araripe, Município de Abaiara, estado do Ceará. Marga cinza correspondente à Formação Crato, profundidade 25,40 m, Aptiano superior.

Localidade: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 130 espécimes (PS-06) e 70 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 112,40 m, 113,50 m, 114,50 m e 19,00 m (PS-06); 116,90 m, 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

Espécimes figurados: LM-19/198D, LM-19/198E e LM-19/198F. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 16: comprimento 666 μm , altura 398 μm ; 17: comprimento 652 μm , altura 385 μm ; 18: comprimento 735 μm , largura 328 μm .

Discussão: O gênero *Damonella* foi posteriormente reconhecido em outras bacias na Europa, Ásia e África (particularmente como descrito por Grosdidier, 1967). Os espécimes associados ao gênero *Damonella*, especialmente *Damonella grandiensis* n. sp., assim como as espécies-tipo deste gênero, são abundantes e compõem a fauna monoespecífica típica de depósitos de fase de transição (Anderson, 1985). A espécie é considerada um importante fóssil guia para determinar os depósitos correspondentes ao Aptiano. No entanto, não possui descrição formal devido às incertezas taxonômicas e Tomé *et al.* (2014) compararam as semelhanças entre a referida espécie e o Ostracode 207 da coleção Krömmelbein (Instituto de Pesquisas de o Museu Senckenberg, Frankfurt) e concluíram que os espécimes são da 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, este gênero 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 sobreposição na margem ventral. Espécies do gênero *Damonella* muito semelhantes às espécies aqui estudadas já foram descritas em Wealden, Inglaterra (*Damonella denticulada* Anderson, 1966 e *Damonella pygmaea* Anderson, 1985), e, embora essas duas espécies sejam semelhantes à descrição fornecida para *Damonella grandiensis* s. sp., possuem particularidades distintas.

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, Neoptiano (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). Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Soldani, 2022). No presente trabalho.

***Damonella* sp.**

Estampa 3; 19

Descrição: Carapaça sub-retângular com as regiões anterior e posterior arredondadas, sendo a posterior um pouco maior do que a anterior. Apresenta concavidade bem visível na margem ventral e é convexa na margem dorsal. Não foi possível alcançar níveis específicos durante a classificação taxonômica dos indivíduos.

Localidade: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 25 espécimes (PS-06) e 4 espécimes (PS-07).

Espécimes figuradas: LM-19/149B. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 19: comprimento 628 µm, altura 284 µm

Ocorrência: 114,50 m e 119,00 m (PS-06); 100,00 m e 105,10 m (PS-07).

Superfamília **DARWINULOIDEA** Brady & Norman, 1889

Família **DARWINULIDAE** Brady & Norman, 1889

Gênero *Darwinula* Brady & Robertson, 1885 (in Jones, 1885) emend. Pinto & Kotzian, 1961

Darwinula martinsi (Silva, 1978b) emend Do Carmo *et al.*, 2004

Estampa 3; 20

1978b *Darwinula martinsi* Silva, p. 1028, est. 1, figs. 1-2.

1990 *Darwinula* cf. *martinsi* Silva. Silva-Telles Jr. & Viana, est. 2, fig. 4.

1997 *Darwinula martinsi* Silva. Colin & Depeche, est. 2:18.

2002 *Darwinula martinsi* Silva. Coimbra, Arai & Carreño, est. 4:32.

2004 *Darwinula martinsi* Do Carmo *et al.*, p. 155, fig.3:21-27

2022 *Darwinula martinsi* Barros *et al.*, p. 7, fig. 4, J.

Diagnose original: Carapaça pequena, com altura aumentando levemente para a direção posterior. A valva esquerda cobre a direita ao longo de todas as margens, principalmente a ventral. Extremidade anterior estreitamente arredondada (Do Carmo *et al.*, 2004).

Descrição: Carapaça suboval alongada na altura da vista. Valva esquerda maior que a direita, sobrepondo em todas as margens, com cobertura bem marcada na região ventral. Margem dorsal suavemente curvilínea e margem ventral retilínea. Extremidade anterior inferior e subarredondada, e posterior arredondada. Superfície lisa.

Holótipo: O holótipo foi originalmente depositado no Departamento de Geologia e Tecnologia da Universidade Federal do Pernambuco, sob o tombamento n° 42.

Localidade-Tipo: Vila Lameiro, Município do Crato, estado do Ceará, Brasil. Afloramento em região de aflente do Rio da Batateira, localmente conhecida como “Cascatinha”, coordenadas UTM, 04498912 N.

Horizonte-Tipo: Níveis de folhelhos sotopostos à gipsita (Silva, 1978b). Membro Crato, Formação Santana, Bacia do Araripe (Colin & Depeche, 1997; Do Carmo *et al.*, 2004). Aptiano (Regali, 1990; Coimbra *et al.*, 2002).

Localidade: Poços 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E.

Material: 3 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 117,60 m (PS-07).

Espécimes figuradas: LM-19/200E. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 20: comprimento 454 µm, altura 245 µm.

Discussão: *Darwinula martinsi* Silva, 1978b foi redescrita por Do Carmo *et al.* (2004) porque a descrição original é incompleta e pouco clara quanto ao diagnóstico. Esta espécie se distingue de *D. oblonga* (Romer, 1839) e Anderson & Brazley (1971) por ser marcadamente menor e

com formato menos oval em vista lateral. O comprimento de *D. martinsi* corresponde a 65% em relação a *D. oblonga*. Em vista dorsal difere de *D. oblonga* e *D. major* Jones, 1894 (In Anderson, 1964) pelo afunilamento distinto na extremidade anterior.

Distribuição geográfica e estratigráfica: Membro Crato e base do Membro Ipubi, Formação Santana, Bacia do Araripe (Silva, 1978b; Silva-Telles Jr. & Viana, 1990; Colin & Depeche, 1997), intervalo datado como Aptiano (Regali, 1990; Coimbra et al. 2002; Do Carmo et al., 2004); Bacia do Parnaíba, Formação Codó, Aptiano (Barros *et al.*, 2022). No presente trabalho.

Darwinula leguminella (Forbes, 1855)

Estampa 3; 21

1855 *Cypris leguminella* – Forbes in Lyell, p. 294, fig. 334C.

1885 *Darwinula leguminella* (Forbes, 1855) – Jones, p. 346.

2003 *Darwinula leguminella* (Forbes, 1855) – Andreu *et al.*, 2003, p. 198, pl. 2, figs. 10-12.

2003 *Alicenula leguminella* (Forbes, 1855) comb. nov. – Martens *et al.*, 2003, p. 725.39

2013 *Alicenula* sp. – Trabelsi & Colin, pl. 1, figs. 6A-C.

2014 *Alicenula leguminella* (Forbes in Lyell, 1855) – Tomé *et al.*, p. 171, fig. 14N-R

2015 *Alicenula leguminella* (Forbes, 1855) - Trabelsi *et al.*, 2015, p.319, figs. E1-E3.

Diagnose: A valva esquerda maior que a valva direita com sobreposição ao longo de toda a margem, exceto na linha da charneira, Carapaça alongada, maior altura no terço posterior. Margem anterior ligeiramente infracurvada, levemente acuminada, margem posterior arredondada. Margem dorsal levemente convexa, margem ventral ligeiramente côncava na parte mediana. Superfície lisa.

Descrição: Carapaça alongada, com sobreposição imperceptível. Margem dorsal convexa; a margem ventral exibe uma leve concavidade, quase retilínea. Margem posterior arredondada e maior do que a margem anterior, suavemente infracurvada.

Localidade-Tipo: Afloramentos da Membro Crato, Formação Santana, Bacia do Araripe.

Horizonte-Tipo: Purbeck Wealden, Inglaterra (Forbes, 1855).

Localidade: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 3 espécimes (PS-06) e 5 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 97,75 m e 107,00 m (PS-06); 98,50 m, 105,10 m e 109,70 m (PS-07).

Espécimes figuradas: LM-19/198E. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 21: comprimento 416 μm , altura 225 μm .

Discussão: *Darwinula leguminella* foi comparada com *Darwinula oblonga* Roemer, 1839 (em Anderson e Bazley, 1971) e descobriu-se que tinha uma relação L/H menor e uma extremidade anterior estreitada. Esta espécie também foi comparada com *Alicenula leguminella* (Forbes, 1855), e não foram encontradas diferenças. As carapaças brasileiras foram comparadas com o material disponível de Purbeck e Wealden na Inglaterra. Embora os dentículos que confirmariam que ambas as espécies possuem características semelhantes não tenham sido reconhecidos devido à ausência de valvas abertas no material inglês, Tomé *et al.* (2014) realizou a primeira comparação entre as carapaças de um material de referência para a fácies Wealdean, o que permitiu concluir que as carapaças são coespecíficas. A partir destes dados, optou-se por considerar a sinonímia entre os gêneros *Alicenula* e *Darwinula*, principalmente no que diz respeito à referida espécie, embora admita-se que há a necessidade de revisões posteriores para a elucidação desta problemática.

Distribuição geográfica e estratigráfica: Brasil, Bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Crato e base do Membro Ipupi (Silva, 1978c; Silva-Telles Jr. & Viana, 1990; Colin & Dépêche, 1997); intervalo datado como Aptiano (Regali, 1990; Coimbra *et al.*, 2002). Bacia Potiguar, Formação Alagamar, Aptiano (Do Carmo *et al.*, 2013). Bacia do Cedro, em estratos correlacionados com a Formação Crato, Aptiano (Tomé, 2007; Tomé & Lima Filho, 2010). Bacia do Jatobá, Serra Negra, em depósitos correlacionados à Formação Crato, final do Aptiano. As rochas de Purbeck e Wealden, na Inglaterra, contêm registros dessa espécie desde o Jurássico até o Aptiano inferior (Anderson, 1985). Amostra 24,70 m do poço 1-PS-07-CE e 147,60 m do poço 1-PS-11-CE, ambos na Bacia do Araripe e em 14 amostras do poço 2-JSN-01-PE na Bacia do Jatobá (Tomé *et al.*, 2014). No presente trabalho.

Darwinula sp.

Descrição: Carapaça alongada com margem ventral retilínea e margem dorsal convexa, região posterior menor e mais estreita do que a anterior, mas ambas arredondadas. Carapaça lisa.

Localidade: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 4 espécimes (PS-06) e 3 espécimes (PS-07).

Ocorrência: 114,50 m (PS-06); 117,30 m (PS-07).

Superfamília **CYTHEROIDEA** Baird, 1850

Família **LIMNOCYTHERIDAE** Klie, 1938

Subfamília **TIMIARIASEVIINAE** Mandelstam, 1960

Gênero *Theriosynoecum* Branson, 1936

Theriosynoecum sp.

Estampa 3, 22

Descrição: Carapaça sub-retangular em vista lateral, com a margem dorsal retilínea e margem ventral convexa. Margem posterior com maior e arredondada e margem anterior mais estreita. Não foram observadas ornamentações

Localidade: Poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, Município de Abaiara, estado do Ceará, NE-Brasil; coordenadas UTM 9187680 N e 0490500 E; 9187680 N e 0490500 E, respectivamente.

Material: 23 espécimes (PS-06) e 36 espécimes (PS-07).

Espécimes figuradas: LM-19/200F. Coleção do Laboratório de Micropaleontologia Aplicada (MicrA/UFRJ).

Medidas: 22: comprimento 564 µm, altura 360 µm.

Ocorrência: 97,75 m, 107,00 m, 111,40 m e 114,50 m (PS-06); 84,10 m, 105,10 m e 117,30 m e 117,60 m (PS-07).

5.3. Distribuição Bioestratigráfica

A partir dos dados taxonômicos obtidos, foram elaborados diagramas de distribuição dos ostracodes para os poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, os quais são apresentados nas Figura 11 e Figura 12, que servem de base para o acompanhamento dos resultados abordados a seguir. Nas figuras, tons mais claro representam espécimes de 125 μm e tons mais escuros representam espécimes 250 μm .

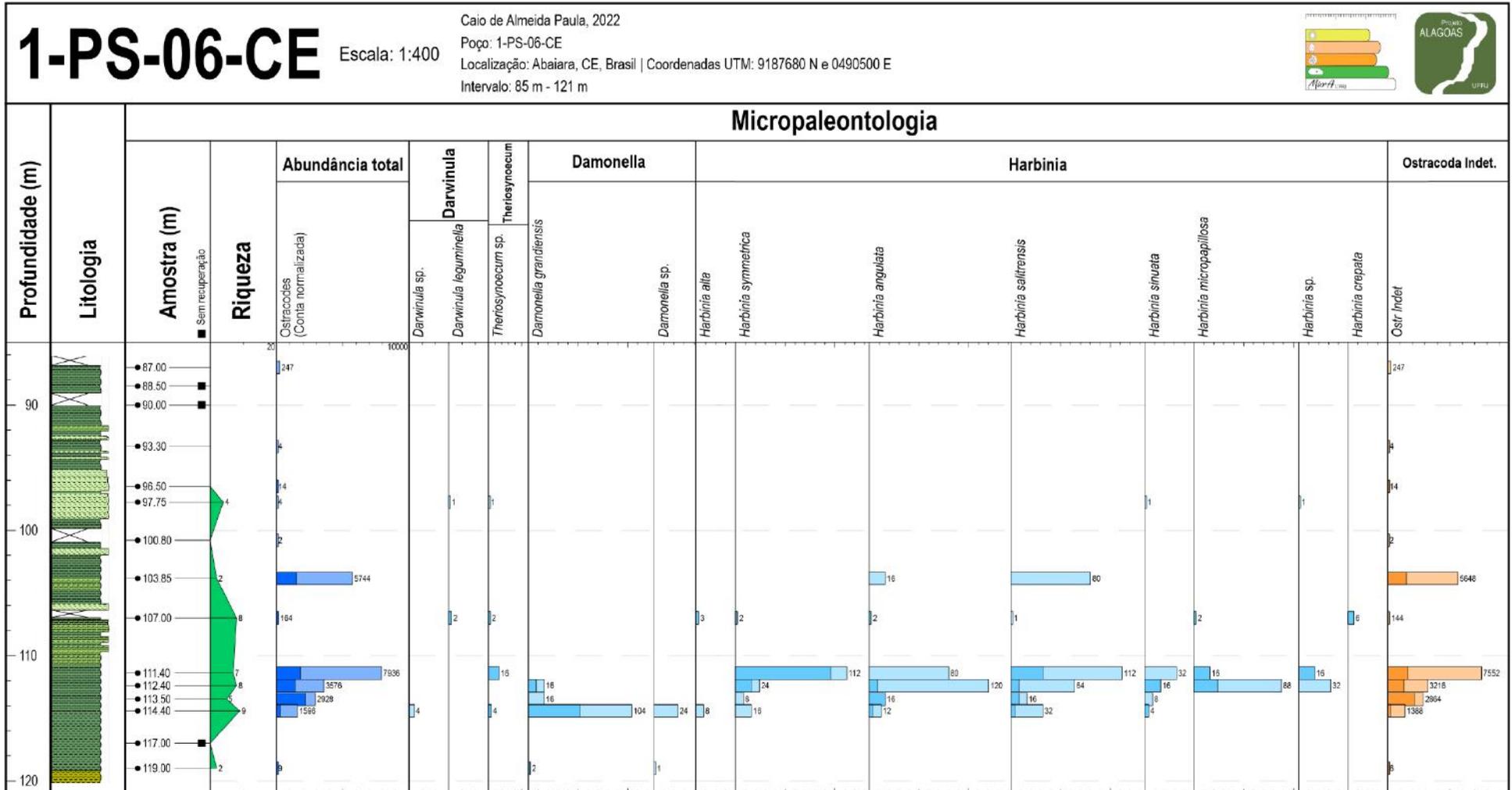


Figura 11 - Distribuição estratigráfica de ostracodes no poço 1-PS-06-CE.

No poço 1-PS-06-CE, o gênero *Harbinia* tem sua primeira ocorrência na profundidade 114,40 m e se estende até 97,75 m. *H. alta*, *H. symmetrica*, *H. angulata*, *H. salitrensis* e *H. sinuata* têm sua primeira ocorrência em 114,40 m, *H. micropapillosa* ocorre primeiro em 113,50 m e *H. crepata* tem ocorrência somente em 107,00 m. A última ocorrência de *H. alta*, *H. symmetrica* e *H. micropapillosa* acontece na amostra 107,00 m, *H. angulata* e *H. salitrensis* ocorre por último em 103,85 m e *H. sinuata* não ocorre depois de 97,75 m. O gênero *Damonella* tem sua primeira ocorrência em 119,00 m e última ocorrência em 112,40 m, com a ocorrência de *D. grandiensis* neste mesmo intervalo. O gênero *Darwinula* tem sua primeira ocorrência em 114,40 m e sua última em 97,75 m, com *D. leguminella* ocorrendo neste intervalo. *Theriosynoecum* ocorre pela primeira vez em 114,40 m e por último em 97,75 m.

No poço 1-PS-07-CE, o gênero *Harbinia* tem sua primeira ocorrência em 117,70 m com todas as espécies, e sua última ocorrência fica na amostra 90,10 m. *H. symmetrica* ocorre por último em 116,90 m, *H. alta* em 115,50 m, *H. angulata* e *H. crepata* em 105,10 m, *H. micropapillosa* em 98,50 m, *H. salitrensis* em 92,00 m e *H. sinuata* em 90,10 m. O gênero *Damonella* ocorrendo primeiramente em 117,60 m e por último em 100,00 m, com a espécie *D. grandiensis* ocorre de 117,60 m até 116,90 m. *Darwinula* ocorre primeiro em 117,60 m e por último em 98,50 m; a espécie *D. martinsi* ocorre apenas em 17,60 m, enquanto *D. leguminella* têm sua ocorrência entre 109,70 m e 98,50 m. *Theriosynoecum* tem sua primeira ocorrência em 117,60 m e sua última em 84,10 m. O gênero *Brasacypris* ocorreu somente neste poço, sendo sua primeira ocorrência em 117,60 m e sua última em 92,00 m.

O gênero *Harbinia* é frequente nas associações estudadas nos dois poços deste estudo, com valores mais elevados tanto na abundância quanto na riqueza específica, o que o caracteriza, portanto, como o gênero mais marcante na unidade em questão. Segue-se em termos de representatividade o gênero *Damonella* que, embora demonstre baixa diversidade específica, apresenta abundância considerável no intervalo, mais concretamente na porção inferior das seções estudadas. Em contrapartida, os gêneros *Darwinula*, *Theriosynoecum* e *Brasacypris* ocorrem de maneira menos abundante na assembleia e suas ocorrências estão mais concentradas na parte inferior de ambas as seções.

Na base, o gênero *Damonella* começa muito frequente em ambos os poços, até mesmo superando a abundância de *Harbinia* na amostra 114,40 m do poço 1-PS-06-CE, contudo a abundância do gênero assume uma tendência de queda que faz com que não apareça mais no perfil após as amostras 112,40 m (1-PS-06-CE) e 100,00 m (1-PS-07-CE). Esse comportamento contrasta com a crescente de espécimes de *Harbinia* que ocorre no 1-PS-06-CE entre as

profundidades 114,40 m e 111,40 m. Ainda que *Harbinia* não apresente a mesma tendência no 1-PS-07-CE, o gênero é sempre superior a *Damonella*.

Com essas informações, dois intervalos podem ser considerados com base nos gêneros presentes. O primeiro considera a predominância ou presença marcante de *Damonella* e é posicionado desde a base da seção (119,00 m) até a amostra 112,40 m do 1-PS-06-CE, já no 1-PS-07-CE este intervalo é observado da base até a profundidade 116,90 m. Acima deste intervalo, pode ser considerado que a porção superior é caracterizada pela predominância de *Harbinia* em ambos os poços.

5.4. Paleoecologia

Em geral as amostras proporcionaram a recuperação de espécimes de preservação muito baixa. O principal aspecto que reforça essa situação é a predominância de moldes internos dos ostracodes. Embora ainda seja possível a identificação de espécimes nestas condições, estes precisam ser muito bem analisados durante a etapa de classificação taxonômica. Ademais, estes moldes não permitiram observar ornamentação das carapaças ou marcas de impressão muscular.

Outra observação no que diz respeito à tafonomia, foram as carapaças desarticuladas e fragmentadas. Espécimes nessas condições raramente possibilitaram a identificação a níveis genérico e específico, logo foram classificadas como ostracodes indeterminados, sendo utilizados apenas para fins quantitativos de cada amostra estudada.

A análise morfométrica dos espécimes identificados demonstrou que a assembleia fóssil recuperada é composta predominantemente por indivíduos de estágios juvenis. Todos os espécimes que foram classificados, pelo menos a nível de gênero, foram medidos pelo seu comprimento e sua altura, e o resultado obtido foi que grande parte desses ostracodes correspondem a indivíduos com dimensões proporcionais aos estágios ontogenéticos A-2, A-3, A-4 e A-5.

Tendo em vista a associação dos ostracodes recuperados em ambos os perfis, foram identificados cinco intervalos paleoecológicos (I1, I2, I3, I4 e I5) ao longo das seções. Estes intervalos foram estabelecidos com base na observação das variações de abundância e riqueza que ocorrem nas assembleias de ostracodes (Figura 13 e Figura 14).

117,00 m não houve recuperação. A única amostra deste intervalo no 1-PS-07-CE não apresentou recuperação.

O segundo intervalo, I2, reúne as amostras 114,40 m, 113,50 m, 112,40 m e 111,40 m ao longo do poço 1-PS-06-CE, enquanto no poço 1-PS-07-CE corresponde às profundidades 117,60 m, 116,30 m, 116,90 m e 115,50 m. Ao longo deste intervalo observou-se as amostras com as maiores representatividades de abundância e de riqueza nas seções estudadas, além dos espécimes com os melhores estados de preservação. Sua base é caracterizada pela predominância no gênero *Damonella*, que é substituído por *Harbinia* ainda no I2; além disso, existe uma tendência de piora na preservação e na recuperação, da base para o topo. As amostras 113,50 m e 112,40 m, do poço 1-PS-06-CE, apresentaram aglomerações de ostracodes, classificadas como ostracoditos.

O intervalo I3 é representado pela amostra 107,00 m no poço 1-PS-06-CE e equivale às profundidades 113,00 m – 107,50 m no 1-PS-07-CE. Embora haja esta diferença na quantidade de amostras representativas entre os poços, pode-se observar que em ambos os poços ocorre diminuição significativa da quantidade de ostracodes recuperados, assim como no índice de riqueza, apresentando até duas amostras sem recuperação no 1-PS-07-CE. Esta diminuição é acompanhada da piora no estado de preservação dos espécimes, recuperados com valvas desarticuladas em geral. Outra característica percebida foi a presença de espécimes alterados, com concentrações de ferro e com tons de vermelho, laranja e marrom.

O intervalo I4 tem como representante apenas uma amostra em cada furo de sondagem: 103,85 m no poço 1-PS-06-CE e 105,10 m no poço 1-PS-07-CE. Ele foi individualizado como intervalo porque apresenta um comportamento distinto do que ocorre tanto abaixo como acima nos perfis, que, embora não tenha índices de riqueza elevados, contém alto número de espécimes recuperados. Os ostracodes exibem má preservação das carapaças, com alterações e até mesmo valvas desarticuladas, que são maioria do material recuperado, por isso grande parte destes não possibilitaram a identificação.

O último intervalo, I5, é o maior e é representado pelas profundidades 100,80 m – 87,00 m no poço 1-PS-06-CE e 102,00 m – 84,10 m no poço 1-PS-07-CE. Ele se caracteriza pela péssima preservação dos fósseis recuperados, muitas valvas desarticuladas e espécimes frágeis. Além disso, o intervalo conta com amostras em que se recuperou pouquíssimos exemplares, normalmente que não permitiam a identificação, assim como muitas profundidades que não possibilitaram a recuperação de ostracodes.

Nos dois poços, os quatro primeiros intervalos apresentaram uma diferença considerável de tamanho em comparação ao último, que ocupa quase a metade das duas seções estudadas. É

possível observar por esse padrão que na base do Membro Fundão há uma variação de abundância e riqueza dos espécimes recuperados, que alterna entre intervalos mais e menos abundantes e ricos. Em contrapartida, o topo da unidade, representado pelo I5, exibe uma constância nas quantidades muito inferiores de abundância e riqueza, quando comparadas ao que se tem na porção basal.

6. DISCUSSÕES

6.1. Biocronoestratigrafia

A ocorrência de *Harbinia symmetrica*, *Harbinia sinuata*, *Harbinia angulata*, *Harbinia micropapillosa* e *Damonella grandiensis* nas seções estudadas dos poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE indica que todo o intervalo deve ser atribuído à Biozona *Harbinia* spp. 201-218. Esse posicionamento corresponde à Biozona 010/011 de Schaller (1969) pela presença de *Cytheridea?* spp., grupo 201/218; posteriormente formalizada como 011 por Moura (1987); *Cytheridea* spp. 201/218 por Coimbra *et al.* (2002); Do Carmo *et al.* (2008) Biozona *Harbinia* spp. 201-218; Biozona *Pattersonocypris* e *Kroemmelbeincypris* spp. por Poropat & Colin (2012a) e Biozona *Damonella grandiensis* de Nascimento *et al.* (2017).

A partir de amostras de afloramentos da Bacia do Araripe, Gobbo (2006) propôs a subdivisão da Biozona *Harbinia* spp. 201/218 em duas subzonas, subzona *Candona* e subzona *Harbinia*, utilizando a nomenclatura de “*Candona*” para o gênero *Damonella*. A autora propõe esta subdivisão em função da substituição da predominância dos gêneros, que começa com *Damonella* e passa a ser *Harbinia* (Figura 15).

SISTEMA	ESTÁGIO		LITOESTRATIGRAFIA		BIOESTRATIGRAFIA		PALINOMORFOS	ZONA	SUBZONA	<i>Harbinia crepata</i> <i>Araripecypris pustulosa</i> <i>Candona posterospinata</i> <i>Brasacypris subovatum</i> <i>Darwinula martinsi</i> <i>Theryosynoecum silvai</i> <i>Candona subeliptica</i> <i>Candona subtriangulata</i> <i>Harbinia elegans</i> <i>Ilyocypris</i> sp. <i>Harbinia micropapillosa</i> <i>Harbinia triangulata</i> <i>Harbinia sinuata</i> <i>Harbinia alta</i>
					PALINOMORFOS	OSTRACODÁ				
	Internacional	Local								
CRETÁCEO	APTIANO MIS SUPÉRIO ALBINO INFERIOR	SANTANA	Membro Romualdo					<i>Harbinia</i> spp.		
			Membro Ipubi					intrazona estéril		
	APTIANO	ALCOAS	Membro Crato					<i>Harbinia</i> spp. 201/218		
			porção superior	<i>Sergipea variverrucata</i>				<i>Harbinia</i> spp.		
		Fm. Barbalha						<i>Candona</i> spp.		

Figura 15 - Proposta de subdivisão da Biozona *Harbinia* spp. 201/218 (Gobbo, 2006).

Com base nos dados obtidos a partir dos poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE e na análise da distribuição dos espécimes, é possível determinar neste estudo os dois intervalos que correspondem ao que foi observado por Gobbo (2006). No poço 1-PS-06-CE o intervalo correspondente à subzona “*Candona* spp.” fica nas profundidades 119 m – 113,50 m, e a subzona “*Harbinia* spp.” equivale ao intervalo 112,40 m – 93,30 m (Figura 16). No segundo furo de sondagem a subzona da parte inferior corresponde às amostras 119,00 m – 117,60 m, enquanto a subzona superior inclui as profundidades 117,30 m – 97,10 m (Figura 17). Como as amostras dos topos dos intervalos aqui estudados apresentaram recuperação muito deficiente, optou-se por não as considerar nesta discussão.

A problemática em relação a essa proposta ocorre quando se compara o tempo da ocorrência da troca de dominância entre os gêneros, pois Gobbo (2006) realiza suas análises em materiais provenientes da Formação Santana, que está estratigraficamente acima do Membro Fundão (Formação Rio da Batateira). A percepção deste padrão também no presente estudo indica que a subdivisão da Biozona *Harbinia* spp. 201/218 proposta por Gobbo (2006) não carrega valor cronoestratigráfico, e sim paleoecológico, tendo em vista que essa ocorrência pode estar ligada a eventos cíclicos durante a sedimentação das rochas da bacia, portanto este biozoneamento não é válido.

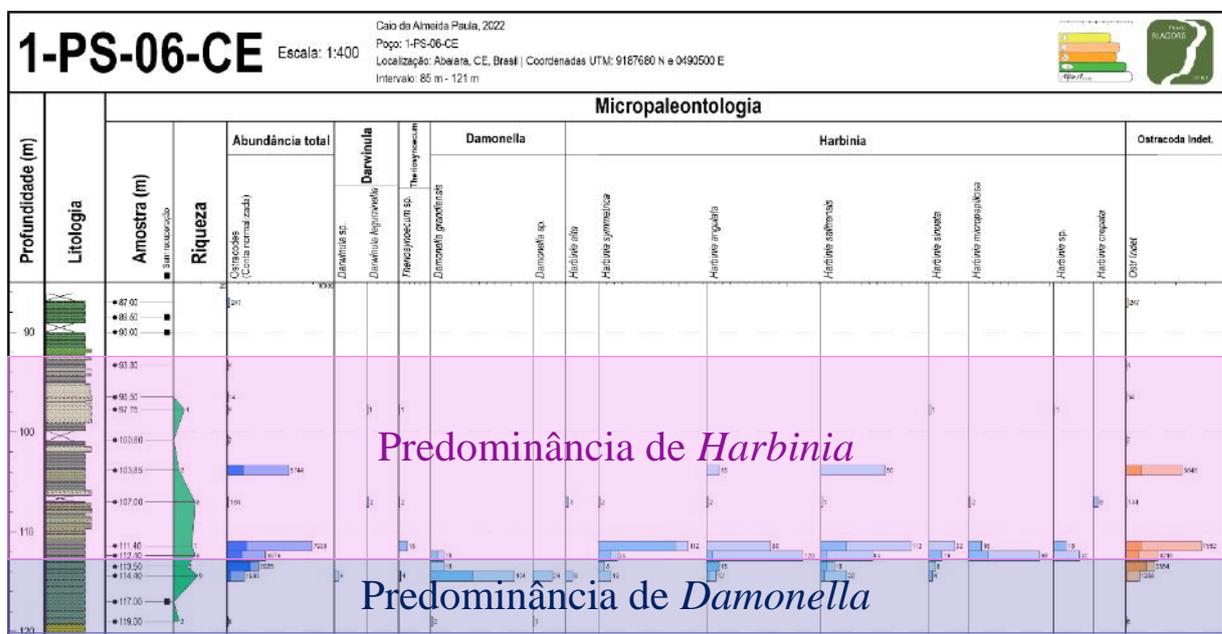


Figura 16 – Intervalos de predominância dos gêneros *Harbinia* e *Damonella* no poço 1-PS-06-CE.

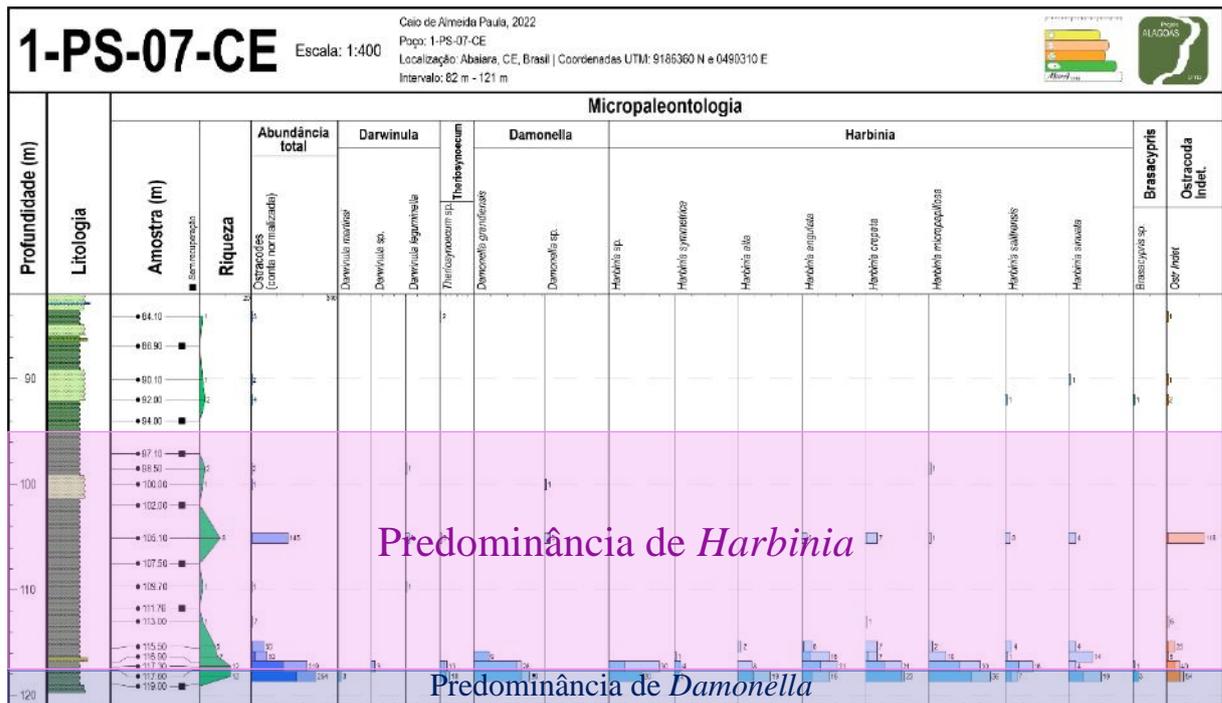


Figura 17 – Intervalos de predominância dos gêneros *Harbinia* e *Damonella* no poço 1-PS-07-CE.

A partir do posicionamento bioestratigráfico baseado nas propostas de Schaller (1969), Moura (1987), Coimbra *et al.* (2002), Do Carmo *et al.* (2008), Poropat & Colin (2012a) e Nascimento *et al.* (2017), é possível confirmar que o intervalo das seções estudadas está inserido no Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe. O Membro Fundão também foi alvo de análise por Rios-Netto (2011) que, baseado em palinórfos de ambos os poços alvos do presente estudo entre outros, assinalou que a unidade corresponde à Biozona P-270.2 (Regali *et al.*, 1974a) e limita o intervalo do Membro Fundão somente ao Aptiano.

6.2. Inferências Paleoecológicas

A literatura científica aponta os ostracodes como um grupo fóssil de muita importância no estudo do registro geológico, relacionando as condições ambientais de quase todos os ambientes aquáticos durante a sedimentação devido à sua distribuição significativa. As assembleias de ostracodes, carapaças, morfologia e simples presença de determinadas espécies podem ser suficientes para a interpretação de paleoambientes (De Deckker *et al.*, 1988). Baseado nos espécimes encontrados, seus estados de preservação e as características da assembleia, o presente estudo identificou cinco intervalos distintos ao longo das duas seções estudadas. Estes intervalos são equivalentes entre os dois poços, o que permite uma correlação a fim de complementar a caracterização do Membro Fundão.

6.2.1. Estrutura Populacional

Ao longo da vida, os ostracodes desenvolvem-se através de nove estágios ontogenéticos, dos quais oito destes são juvenis e o último representa o estágio adulto da vida deste grupo (Kesling, 1961; Sames, 2011b). A partir da identificação dos estágios encontrados nas amostras analisadas é possível estabelecer relações entre os ostracodes com o nível de energia que estavam sendo submetidos e com o ambiente de origem da assembleia.

O presente estudo utilizou os conceitos definidos por Boomer *et al.* (2003) para analisar a estrutura populacional dos espécimes recuperados (Figura 18). O trabalho propõe uma sequência de perguntas que devem ser respondidas para alcançar um resultado de bioestratigrafia representativo para a assembleia. Dentro das possibilidades, os espécimes podem estar inseridos em um contexto de tanatocenosose ou de tafocenose.

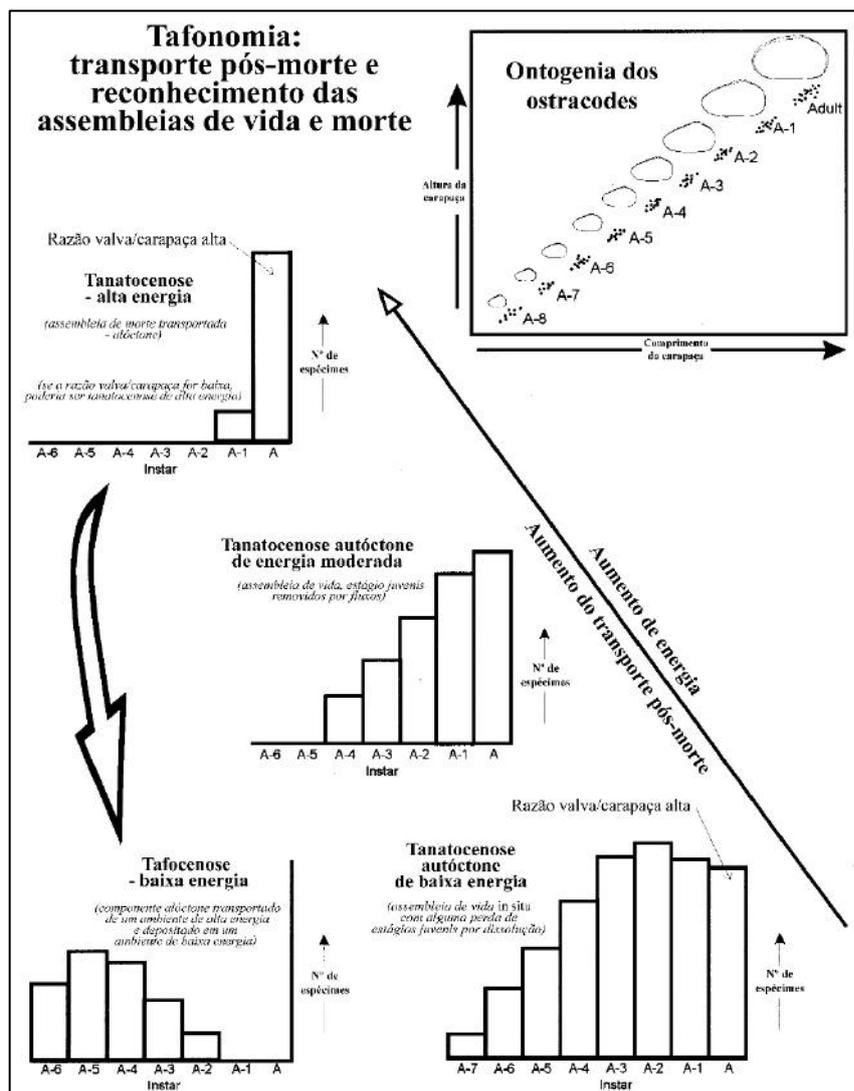


Figura 18 – Relação entre a estrutura populacional das assembleias de ostracodes e sua interpretação no registro geológico. Retirado de Boomer *et al.* (2003).

O intervalo I1 no poço 1-PS-07-CE não tem representatividade devido à escassez de indivíduos para essa análise. No entanto, no poço 1-PS-06-CE o intervalo exhibe espécimes com valvas desarticuladas e fragmentos de carapaças que indicam fluxos de energia. Além disso, o maior espécime não apresenta dimensões de indivíduos adultos. Deste modo, é possível inferir que o ambiente neste intervalo não era favorável para o desenvolvimento de uma fauna de ostracodes e este intervalo pode representar um evento de tafocenose.

Chegando ao intervalo I2, observa-se que há muitos espécimes com boa preservação e até mais desenvolvidos. O poço 1-PS-06-CE é representado por uma assembleia com maioria juvenil, dos quais exibem carapaça articulada na amostra 114,40 m (base do intervalo). Ainda sendo de maioria juvenil, a assembleia deste intervalo deixa de ter carapaças articuladas nas profundidades superiores, até o momento em que exibem moldes internos e fragmentos de carapaças no topo do intervalo. Então é possível observar uma transição de eventos de tanatocenose interrompida na base que migram para tafocenose. No poço 1-PS-07-CE tem o mesmo comportamento, no entanto apresenta indivíduos de maiores dimensões nas duas amostras da base. Portanto, este intervalo caracteriza-se como o ambiente mais promissor para que uma assembleia de ostracodes pudesse se desenvolver.

No intervalo I3, a assembleia de ostracodes mantém seu perfil de indivíduos juvenis, com carapaças em sua maioria desarticuladas no poço 1-PS-06-CE; o poço 1-PS-07-CE apresenta características semelhantes nestes aspectos, embora haja maioria de ostracodes com dimensões maiores do que 250 μm na sua base. Os ostracodes do I3 também são representados por algumas carapaças articuladas, porém com muita alteração e colorações avermelhadas, amarronzadas, e com concentrações de ferro nas carapaças recuperadas. Logo, nota-se que este intervalo também pode ter passado por processos de tafocenose e tanatocenose interrompida.

O intervalo seguinte, o I4, ainda que seja individualizado devido à sua abundância, ele tem muitas semelhanças com o I3 em relação às valvas desarticuladas e às carapaças que passaram por processos de alteração na sua composição (Figura 19 e Figura 20). Com isso, pode se assumir que os mesmos processos foram responsáveis por atuarem durante do I4 o provável ambiente tinha condições razoáveis para que os ostracodes se desenvolvessem, porém, fatores diagenéticos influenciaram na preservação.

O I5 conta com poucos espécimes recuperados e muitas amostras sem nenhuma recuperação ao longo da seção. Nos dois poços analisados, foi possível observar predomínio de espécimes de ostracodes juvenis, com a maioria sendo representada por valvas desarticuladas. Certas amostras como a 97,75 m e 93,30 m do poço 1-PS-06-CE e 98,50 m e 90,10 m do poço 1-PS-07-CE apresentaram espécimes de carapaças articuladas, algumas com desgastes. Neste

intervalo também foram encontrados espécimes com alterações e concentrações de ferro na carapaça (Figura 20). Dessa maneira mantém a interpretação de tafocenose ou tanatocenose interrompida, de acordo com Boomer *et al.* (2003) e mostra-se estressante para o desenvolvimento dos ostracodes.

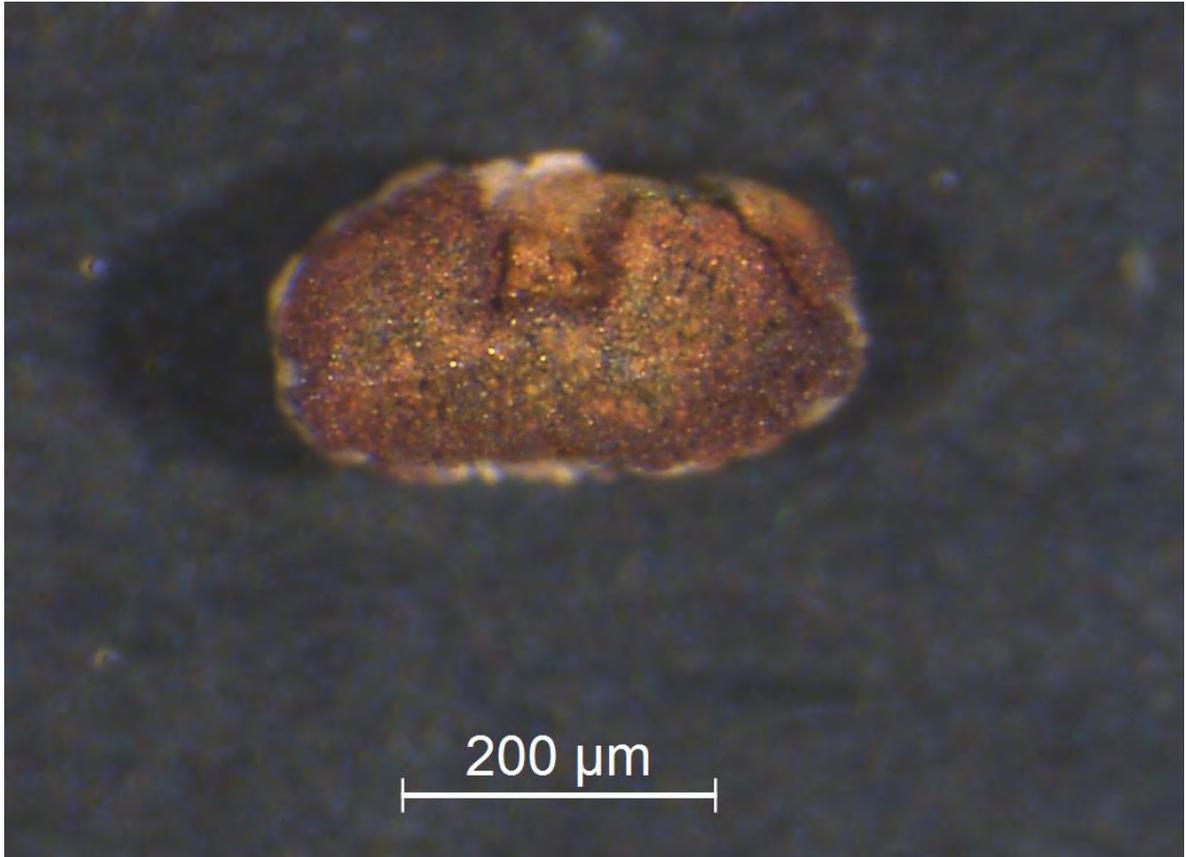


Figura 19 – Exemplar de *D. grandiensis* com alterações na carapaça (amostra 105,10 m).

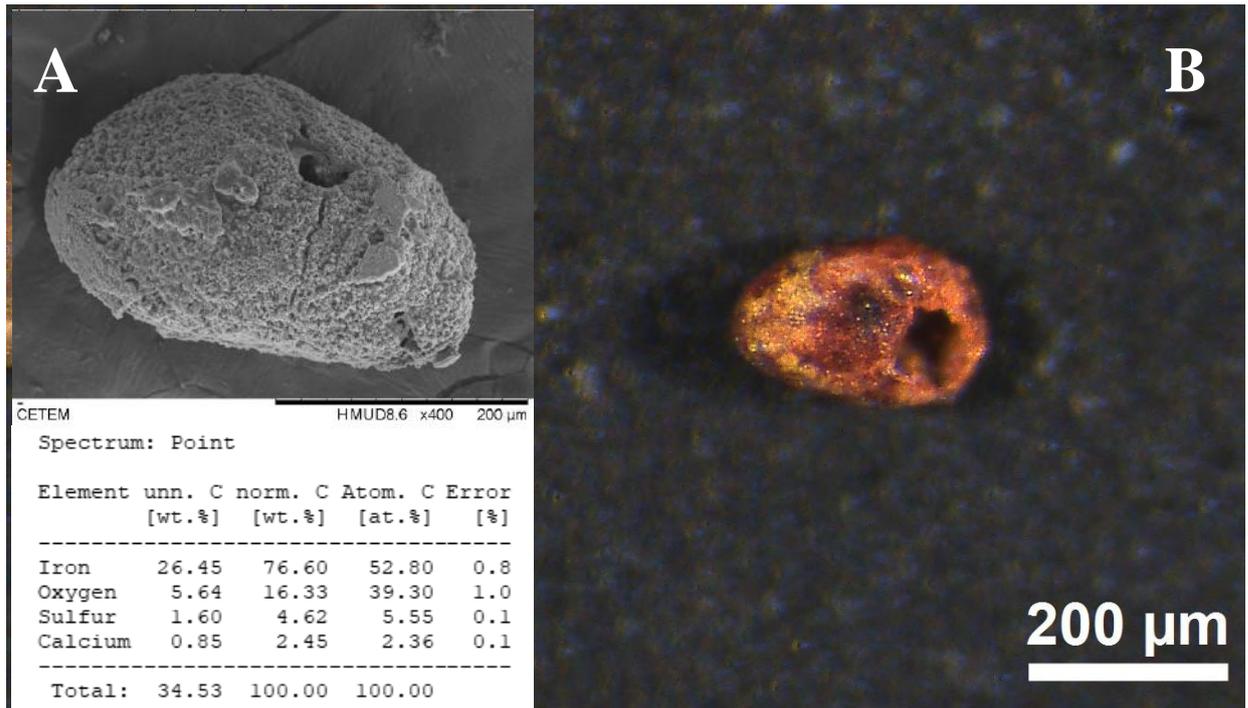


Figura 20 – Espécimes de *H. angulata* com carapaça alterada. A) Imagem de MEV com dados de EDS indicando alta concentração de ferro na carapaça (amostra 97,75 m – PS-06). B) Imagem de estereomicroscópio com carapaça avermelhada (amostra 103,85 m – PS-06).

Estes resultados, ao longo dos intervalos propostos, são fortes indícios de que os ostracodes dos perfis 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE passaram por processos de tafocenose de baixa energia ou tanatocenose interrompida. A primeira possibilidade pode ser afirmada pela quantidade de espécimes de estágios ontogenéticos juvenis somada à alta taxa de valvas desarticuladas nas amostras; a segunda perspectiva também é viabilizada porque muitos ostracodes são coletados com a carapaça articulada, ou com moldes internos, que representam o uma estrutura fóssil de carapaças fechadas. Portanto, é possível afirmar que parte da assembleia sofreu transporte de baixa energia após a morte; mas também são encontrados autóctones que morreram ainda juvenis por fatores catastróficos daquele paleoambiente, que podem ser variações bruscas de anoxia, temperatura, pH e salinidade.

Variações de paleossalinidades são percebidas de por Rios-Netto (2011), com base em análise da razão carbono/enxofre (C/S) (Figura 21). Tanto no poço 1-PS-06-CE quanto no poço 1-PS-07-CE, as análises de paleossalinidade indicaram pico mais salinos na porção inferior das seções alvos do presente estudo, o que reforça ainda mais que este pode ter sido o fator principal que influenciou no desenvolvimento da assembleia de ostracodes daquele paleoambiente.

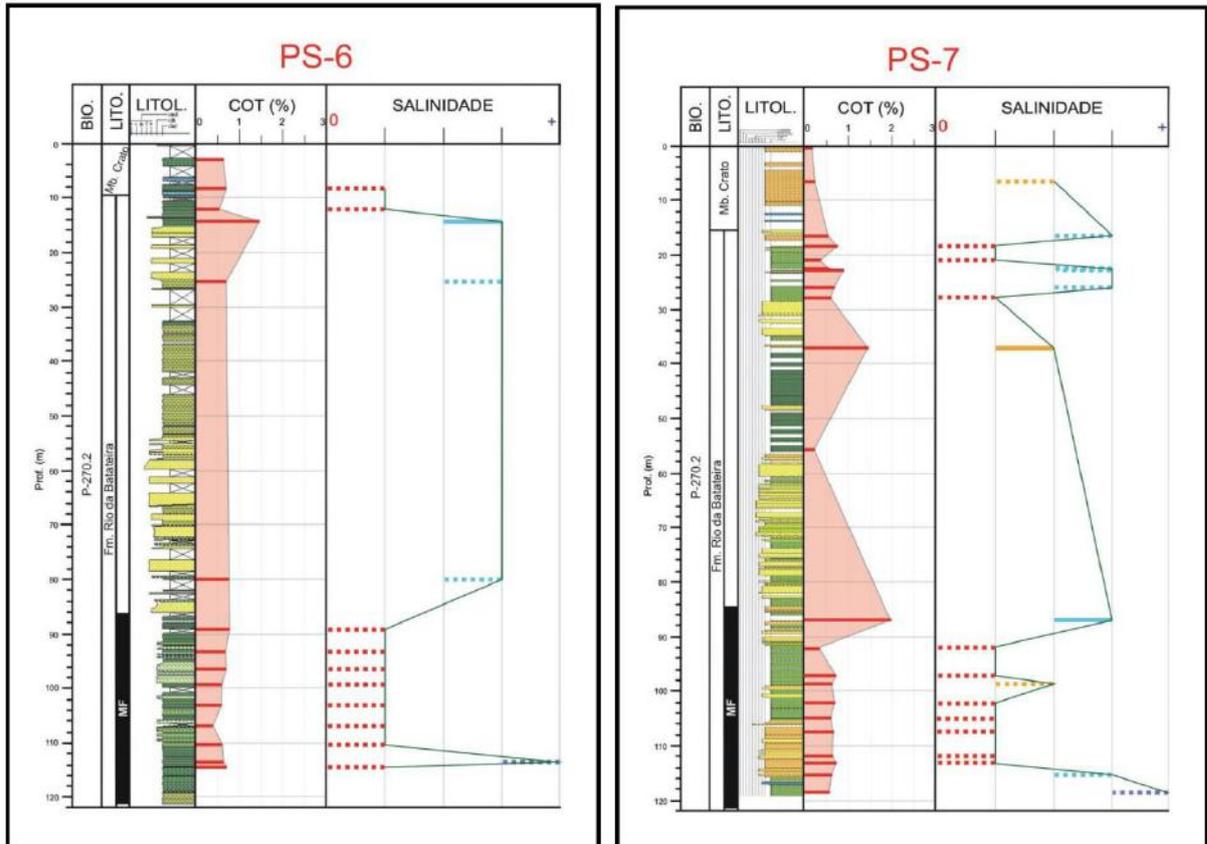


Figura 21 - Paleossalinidade nos poços PS-06 e PS-07. Retirado de Rios-Netto (2011).

6.2.2. Correlação entre perfis

O princípio da correlação na estratigrafia é uma das ferramentas mais importantes no estudo das geociências e a análise feita nos poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, que contêm o mesmo intervalo estratigráfico, é de grande importância para o entendimento detalhado do Membro Fundão. Este cenário se torna ainda mais crucial quando se percebe que os estudos de detalhados baseados em ostracodes desta unidade litoestratigráfica são raros na literatura.

Com isso, cabe ressaltar que os dados obtidos no presente trabalho ajudam a agregar informações para contribuir no entendimento acerca da evolução do paleoambiente no qual o Membro Fundão foi sedimentado. Os resultados alcançados são úteis na interpretação da evolução do “lago Fundão” na região onde foram perfurados os poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE.

A partir da assembleia de ostracodes, os cinco intervalos paleoecológicos estabelecidos (I1, I2, I3, I4 e I5) permitem estabelecer uma correlação entre os perfis a fim de contribuir para a compreensão da evolução do ambiente lacustre em que o Membro Fundão foi depositado. De maneira bem explícita é possível perceber como cada intervalo tem o seu correspondente no

outro perfil, baseado em abundância, riqueza de espécies e nas próprias espécies recuperadas ao longo das profundidades amostradas. Sendo assim, é mais um dado significativo que reforça a continuidade do Membro Fundão entre os perfis que foram alvo do presente estudo (Figura 22).

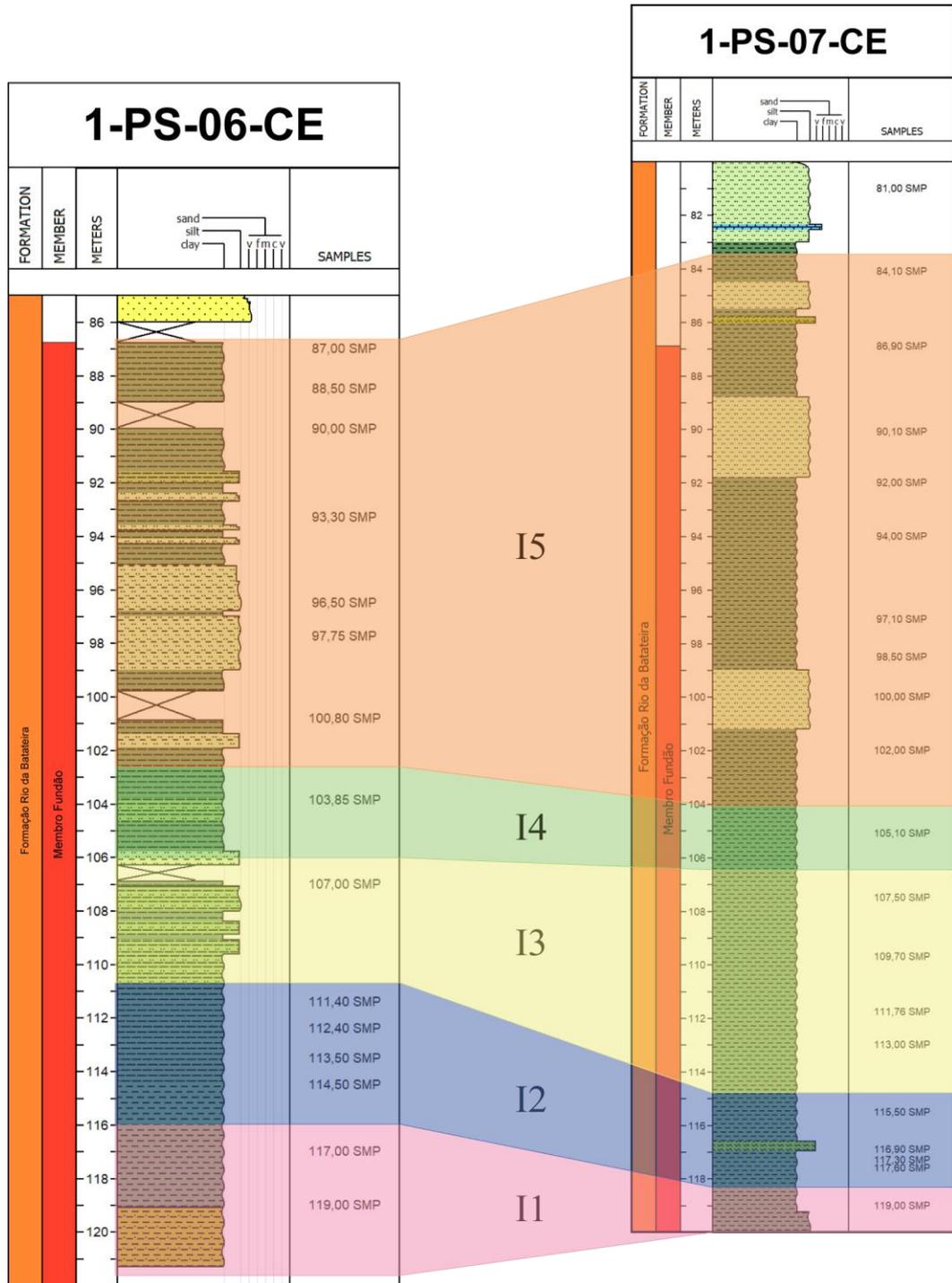


Figura 22 - Correlação entre os poços considerando os intervalos paleoecológicos.

A partir dos cinco intervalos paleoecológicos foi possível separar toda seção estudada em dois episódios maiores em ambos os poços. O primeiro episódio (PS-06: 119,00 m – 103,85 m / PS-07: 119,00 m – 105,10 m), que corresponde aos intervalos I1 – I4, apresenta características favoráveis para as assembleias de ostracodes, enquanto o segundo episódio (PS-06: 100,80 m – 87,00 m / PS-07: 102,00 m – 84,10 m), composto totalmente pelo I5, se mostra desfavorável para a população de ostracodes devido a três possíveis fatores: ecológico, litológico e/ou diagenético. Se faz necessário estudos mais aprofundados para o aprimoramento desta correlação nas áreas de sedimentologia, palinologia e geoquímica orgânica.

6.2.3. Modelo Paleoambiental do Membro Fundão

O gênero *Harbinia*, mais representativo nas seções estudadas, é interpretado como tolerante e adaptado a grandes variações de salinidade, geralmente elevada, sendo relativamente adaptável e resistente a mudanças ecológicas (Do Carmo *et al.*, 1999, 2008; Ramos *et al.*, 2006; Mojon *et al.*, 2009; Antonietto, 2010; Antonietto *et al.*, 2012; Trabelsi *et al.*, 2021; Barros *et al.*, 2022). *Damonella* é um gênero menos tolerante a variações de salinidade, mais comum em ambientes que vão de oligohalinos a mesohalinos (Tomé, 2011; Tomé *et al.*, 2014; Barros *et al.*, 2022). Os gêneros menos representativos como *Theriosynoecum* e *Darwinula* são mais comuns em ambientes de água doce, embora *Theriosynoecum* também suporta salinidades mais altas (Do Carmo *et al.*, 1999, 2004, 2008; Tomé, 2011; Souza *et al.*, 2017; Barros *et al.*, 2022).

Pela associação das descrições litológicas do intervalo que correspondem ao Membro Fundão com as espécies de ostracodes identificadas, foi possível confirmar que a unidade corresponde a um sistema sedimentar lacustre. Além disso, também é possível observar que esse lago sofreu variações que influenciaram diretamente no desenvolvimento da assembleia de ostracodes. Todas as espécies identificadas são comuns de ambientes de água salobra, entretanto se diferem pelo grau de tolerância às variações de salinidade no corpo hídrico em que vivem.

Da base para o topo, o I1 representa um momento de estabelecimento do lago, e, portanto, ainda com muita energia e com baixas concentrações na salinidade, ainda oligohalino. Partindo para o I2, devido a abundância e riqueza elevada, o intervalo corresponde a um ambiente lacustre de baixa energia e água salobra bem estabelecido que permitiu o desenvolvimento da fauna de ostracodes de maneira favorável. No entanto, este intervalo demonstra uma tendência de aumento na salinidade com a diminuição considerável de indivíduos de *Damonella* e predominância de *Harbinia*, passando a ser mesohalino. Este aumento culmina com o início do I3, o qual representa um ambiente desfavorável para essa

assembleia pela questão de salinidade alta e aumento da energia naquele habitat, com *Harbinia* predominando e poucos espécimes recuperados. O I4 reflete um período de baixa energia no lago, com características que vão de oligohalinas a mesohalinas, que favorece a todos os gêneros, e por isso pode ser considerado outro momento favorável para a fauna. Por fim, o último intervalo, I5, indica um grande período com o lago tendendo para características mesohalinas e com alta energia, já que o gênero *Harbinia* sobressai e a recuperação foi muito ruim.

As inferências para o modelo apresentado foram feitas com base na análise conjunta dos resultados dos poços 1-PS-06-CE e 1-PS-07-CE, utilizando as correlações já descritas. Por ora, optou-se por não determinar o motivo das variações de fluxo de energia e de salinidade apontados, somente a ação desses fatores, já que novos trabalhos estão em processo de validação e em breve podem elucidar esta questão sobre o intervalo do Membro Fundão.

7. CONCLUSÕES

Em termos de identificação taxonômica foram encontradas as famílias Candonidae, Cyprididae, Darwinulidae e Limnocytheridae, das quais todas fazem parte da ordem Podocopida, que estão inseridas no Cretáceo e representam ostracodes não-marinhos. Dentro dos gêneros *Brasacypris*, *Damonella*, *Darwinula*, *Harbinia* e *Theriosynoecum* foram coletadas 16 espécies diferentes, com destaque para os gêneros *Damonella* e *Harbinia* por serem os mais abundantes. Para a classificação taxonômica foram contabilizados 1.133 espécimes no poço 1-PS-06-CE e 500 espécimes no poço 1-PS-07-CE.

A análise bioestratigráfica baseada nos ostracodes do Membro Fundão nos poços estudados confirmou a posição da unidade dentro do Andar Alagoas, mais precisamente na Biozona *Harbinia* spp. 201-218. Ademais, foi possível confirmar que a divisão da Zona 011 em um intervalo superior (Formação Santana) não teria caráter cronoestratigráfico, considerando que a mesma característica usada para este biozoneamento é encontrada na seção do presente estudo.

Pelas inferências paleoambientais, a partir das espécies e gêneros identificados, foi possível confirmar que a deposição dos sedimentos do Membro Fundão ocorreu sob regime de um sistema lacustre.

Somado a isso, abundância e riqueza contribuíram para diagnosticar as variações nas condições para o desenvolvimento da fauna de ostracodes, que permitiu o estabelecimento de cinco intervalos paleoecológicos (I1, I2, I3, I4 e I5) ao longo de dois episódios maiores. A base do perfil representa um episódio mais favorável para o desenvolvimento dos ostracodes, e o episódio da porção superior representa um ambiente desfavorável para a população dos ostracodes.

A caráter de estrutura populacional da assembleia encontrada ao longo de ambos os perfis, conclui-se que os ostracodes tiveram influências tafonômicas durante o seu processo de fossilização que influenciou na preservação das carapaças. Também há indícios de que a fauna de ostracodes passou por situações catastróficas que provocaram a mortandade de muitos estágios juvenis, possivelmente mudanças bruscas de salinidade.

Por fim, todos os resultados apresentados foram observados tanto no poço 1-PS-06-CE, quanto no poço 1-PS-07-CE do presente trabalho, o que possibilitou a correlação entre eles e estabelecer um modelo de como decorreram essas mudanças ao longo da deposição dos sedimentos junto com a ocupação do ambiente pelos ostracodes. Esta correlação e modelo são importantes para determinar a continuidade bioestratigráfica do Membro Fundão na região nordeste da Bacia do Araripe, onde as seções foram descritas.

REFERÊNCIAS

- Antonietto, L.S. 2010. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior, Aptiano Superior), Bacia do Araripe, NE-Brasil: taxonomia, distribuição estratigráfica e paleoecologia. Brasília: Universidade de Brasília. (Dissertação (Mestrado em Geologia)). <https://repositorio.unb.br/handle/10482/8931>.
- 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.
- 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., Carvalho, I.S. & Cassab, R.C.T. 2004. *Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia do Araripe*. Aracaju, SE, Brasil: Fundação Paleontológica Phoenix.
- Armstrong, H.A. & Brasier, M.D. eds. 2005. *Microfossils*. 2nd ed. Malden, USA: Blackwell Publishing.
- Assine, M. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobras*. 15:371–389.
- 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.
- Bate, R.H. 1972. Phosphatized Ostracods with Appendages from the Lower Cretaceous of Brazil. *Palaeontology*. 15(3):379a–3393.
- Bergue, C.T. 2006. A aplicação dos ostracodes (Crustacea) em pesquisas paleoceanográficas e paleoclimáticas. *Terrae Didática*. 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 Didática*. 6(1):9–24.
- Beurlen, K. 1962. A Geologia da Chapada do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 38(3):365–368.
- Beurlen, K. 1971. As Condições Ecológicas e Faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 43(Suplemento):411–415.
- 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.
- Carbonel, P. 1988. Ostracods and the transition between fresh and saline waters. In: *Ostracoda in the Earth Sciences*. Elsevier Amsterdam. pp. 157–173.
- Chagas, D.B., Assine, M.L. & Freitas, F.I. 2007. Fácies Sedimentares e Ambientes Depositionais da Formação Barbalha no Vale do Cariri, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Geociências*. 26(4):313–322.

- 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.
- 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.
- 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 5º 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.
- Farina, M. 1974. Sequência plumbífera do Araripe – mineralização singenética sulfetada no Cretáceo sedimentar brasileiro. In: *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*. Sociedade Brasileira de Geologia. pp. 61–76.
- Fatela, F. & Taborda, R. 2002. Confidence limits of species proportions in microfossil assemblages. *Marine Micropaleontology*. 45(2):169–174.
- Fauth, G., Kern, H.P., Villegas-Martín, J., Mota, M.A. de L., Filho, M.A.B. dos S., ... Assine, M.L. 2022. *Primeval Aptian marine incursions in the interior of Northeastern Brazil following the Gondwana breakup*. (Preprint). In Review.
- Fernandes, M., Antonietto, L., Do Carmo, D., Assine, M. & Gobbo, S. 2010. *Ostracodes das camadas Batateira (Cretáceo Inferior, Aptiano), Bacia do Araripe, NE-Brasil: taxonomia e paleoecologia*.
- Gaspar, J. & Anjos, N.F.R. 1964. *Estudo Hidrogeológico de Juazeiro do Norte - Ceará*. Recife, PE, Brasil: Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe/Depto. de Recursos Naturais/Departamento de Recursos Naturais/SUDENE.

- 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. (Doutorado).
- Hashimoto, A.T., Appi, C.J., Soldan, A.L. & Cerqueira, J.R. 1987. O Neo-Alagoas nas Bacia do Ceará, Araripe e Potiguar (Brasil): Caracterização Estratigráfica e Paleoambiental. *Revista Brasileira de Geociências*. 17(1):118–122.
- Holmes, J.A. 2001. Ostracoda. In: J.P. Smol, H.J.B. Birks, & W.M. Last, eds. (Developments in Paleoenvironmental Research). *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments: Volume 4: Zoological Indicators*. Dordrecht: Springer Netherlands. pp. 125–151.
- Holmes, J.A. & Chivas, A.R. 2002. Introduction. In: *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. American Geophysical Union (AGU). pp. 1–4.
- Horne, D.J. 2005. MICROFOSSILS / Ostracoda. In: R.C. Selley, L.R.M. Cocks, & I.R. Plimer, eds. *Encyclopedia of Geology*. Oxford: Elsevier. pp. 453–463.
- Kesling, R.V. 1951. Terminology of ostracod carapaces. *Contributions from the Museum of Paleontology*. 1(4):93–171.
- Kesling, R.V. 1961. Ontogeny of Ostracoda. In: (Treatise on Invertebrate Paleontology). *Part Q - Arthropoda 3 (Crustacea, Ostracoda)*. Geological Society of America. pp. 19–20.
- Krömmelbein, K. & Weber, R. 1971. Ostracoden des “Nordost-Brasilianischen Wealden”. *Beihefte zum Geologisches Jahrbuch*. 115:1–93.
- Krömmelbein, K. & Weber, R. 1985. *Ostracodes do “Wealden” do Nordeste do Brasil*. (Ciência - Técnica - Petróleo/Seção Exploração de Petróleo). SINTEP/CENPESPETROBRAS.
- Leite, A.M., Do Carmo, D.A., Ress, 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.
- Lima, M.R. & Perinotto, J.A.J. 1984. Palinologia de Sedimentos da Parte Superior da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe. *Geociências*. (3):67–76.
- Lima, M.R. & Perinotto, J.A.J. 1985. Palinologia de Sedimentos da Parte Superior da Formação Missão Velha, Cretáceo do Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 57(1):117–118.
- 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.
- 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.

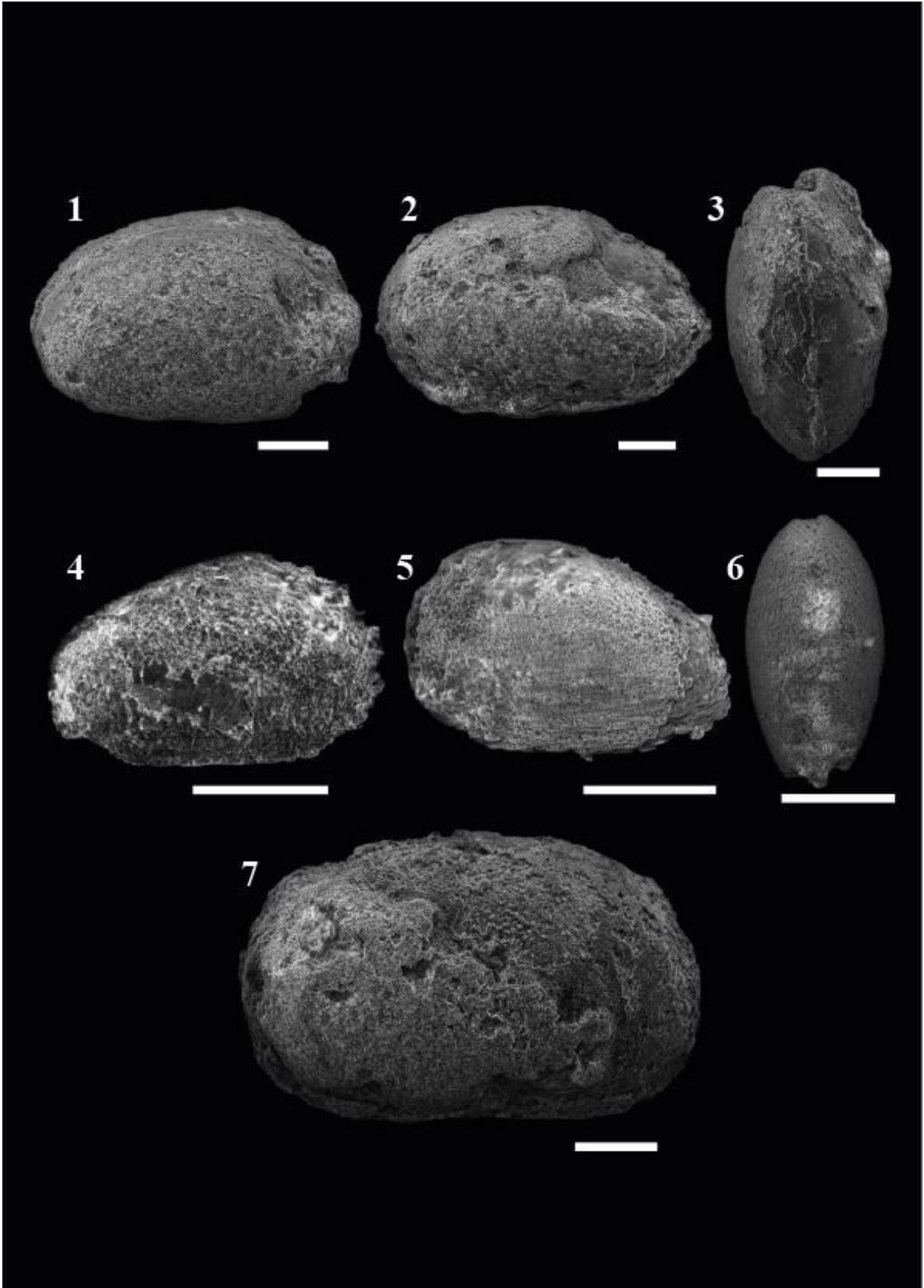
- Moore, R.C., Scott, H.W. & Sylvester-Bradley, P.C. 1961. Introduction. In: (Treatise on Invertebrate Paleontology). *Part Q - Arthropoda 3 (Crustacea, Ostracoda)*. Geological Society of America. pp. 2–3.
- Moura, J.A. 1987. Biocronoestratigrafia da Sequência Não Marinha do Cretáceo Inferior da Bacia de Campos, Brasil: Ostracodes. In: (Anais do X Congresso Brasileiro de Paleontologia). X Congresso Brasileiro de Paleontologia. pp. 717–731.
- Nascimento, L.R.D.S.L., Tomé, M.E.T.R., Barreto, A.M.F., Holanda de Oliveira, D. & Neumann, V.H.M.L. 2017. Biostratigraphic analysis based on palynomorphs and ostracods from core 2-JNS-01PE, Lower Cretaceous, Jatobá Basin, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. 76:115–136.
- Paula-Freitas, A.B.L. de. 2009. Caracterização Faciológica e Estratigráfica da Formação Rio da Batateira (Andar Alagoas), Bacia do Araripe. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Curso de Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. (Monografia).
- Piovesan, E.K., Melo, R.M., Pedrosa, F.A. & Barros, C. de L. 2017. *Guia Prático de Micropaleontologia*. (Roteiros de Aulas Práticas). Universidade Federal de Pernambuco.
- Pons, D., Berthou, P.Y. & Campos, D.A. 1990. Quelques observations sur la palynologie de l'Aptien Supérieur et de l'Albien du bassin d'Araripe (N.E. du Brésil). In: *Atas do I Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias interiores do Nordeste*. pp. 241–252.
- Ponte, F.C. & Appi, C.J. 1990. Proposta de Revisão da Coluna Litoestratigráfica da Bacia do Araripe. In: *Geologia das Bacias Sedimentares Mesozóicas do Interior do Nordeste do Brasil (RRV0007)*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: SEBIPE/DIVEX/CENPES/PETROBRAS. pp. 211–226.
- Ponte, F.C. & Ponte-Filho, F.C. 1996. *Estrutura Geológica e Evolução Tectônica da Bacia do Araripe*. Recife, PB, Brasil: Departamento Nacional de Produção Mineral/Ministério de Minas e Energia & Comissão para o Cretáceo do Brasil/Sociedade Brasileira de Geologia.
- 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.F., 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. 2001. Palinoestratigrafia dos sedimentos cretácicos da bacia do Araripe e das bacias interiores do Nordeste, Brasil. pp. 101–108.
- Regali, M.S.P., Uesugui, N. & Santos, A. da S. 1974a. *Palinologia dos Sedimentos Mesozoicos do Brasil (I)*. Vol. 3. (Boletim Técnico da PETROBRAS no. 17). Rio de Janeiro, Brazil: PETROBRAS S.A.

- Regali, M.S.P., Uesugui, N. & Santos, A.S. 1974b. Palinologia dos Sedimentos Mesozoicos do Brasil (I). *Boletim Técnico da PETROBRÁS*. 17(3):177–190.
- Rios-Netto, A. de M. 2011. Evolução Paleoambiental e Palinoestratigrafia do Intervalo Alagoas na Parte Oriental da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. (Doutorado).
- Rios-Netto, A., Paula-Freitas, A., Carvalho, I., Regali, M., Borghi, L. & Freitas, F. 2012. Formalização estratigráfica do Membro Fundão, Formação Rio da Batateira, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*. 42:281–292.
- 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.
- Schaller, H. 1969. Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe/Alagoas. *Boletim Técnico da PETROBRÁS*. 12:21–86.
- Silva-Teles, A.C.Jr. & Viana, M.S.S. 1990. Paleoeecologia dos Ostracodes da Formação Santana (Bacia do Araripe): Um Estudo Ontogenético de Populações. pp. 309–321.
- 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.
- 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-marinheiros 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., 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.
- Trabelsi, K., Sames, B., Nasri, A., Piovesan, E.K., Elferhi, F., ... Wagneich, 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.

- 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: X. Congresso Brasileiro de Paleontologia, ed. Sociedade Brasileira de Paleontologia. pp. 207–217.
- Vianna, C.F., Junior, E.G.G., Simões, I.A., Moura, J.A., Fonseca, J.R. & Alves, R.J. 1971. Revisão Estratigráfica da Bacia Recôncavo/Tucano. *Boletim de Geociências da Petrobras*. 14(3/4):157–192.
- Walker, R.G. 1984. General Introduction: Facies, Facies Sequences and Facies Model. In: *Facies Models*. Department of Geology, McMaster University. https://people.wou.edu/~taylors/es486_petro/Walker_Intro_Facies_Models.pdf Date of access: 12 May 2022.

APÊNDICE

Estampa 1



Estampa 1

(Barra equivale a 100µm)

1-3: *Harbinia alta* (Antonietto *et al.*, 2012).

1: 1-PS-07-CE, prof. 117,60 m, LM-19/200A, valva esquerda, vista lateral, comprimento 470 µm, altura 308 µm;

2: 1-PS-07-CE, prof. 117,60 m, LM-19/200B, valva direita, vista lateral, comprimento 598 µm, altura 375 µm;

3: 1-PS-07-CE, prof. 117,60 m, LM-19/200C, vista dorsal, comprimento 472 µm, largura 246 µm.

4-6: *Harbinia angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971).

4: 1-PS-06-CE, prof. 112,40 m, LM-19/147A, valva esquerda, vista lateral, comprimento 250 µm, altura 159 µm;

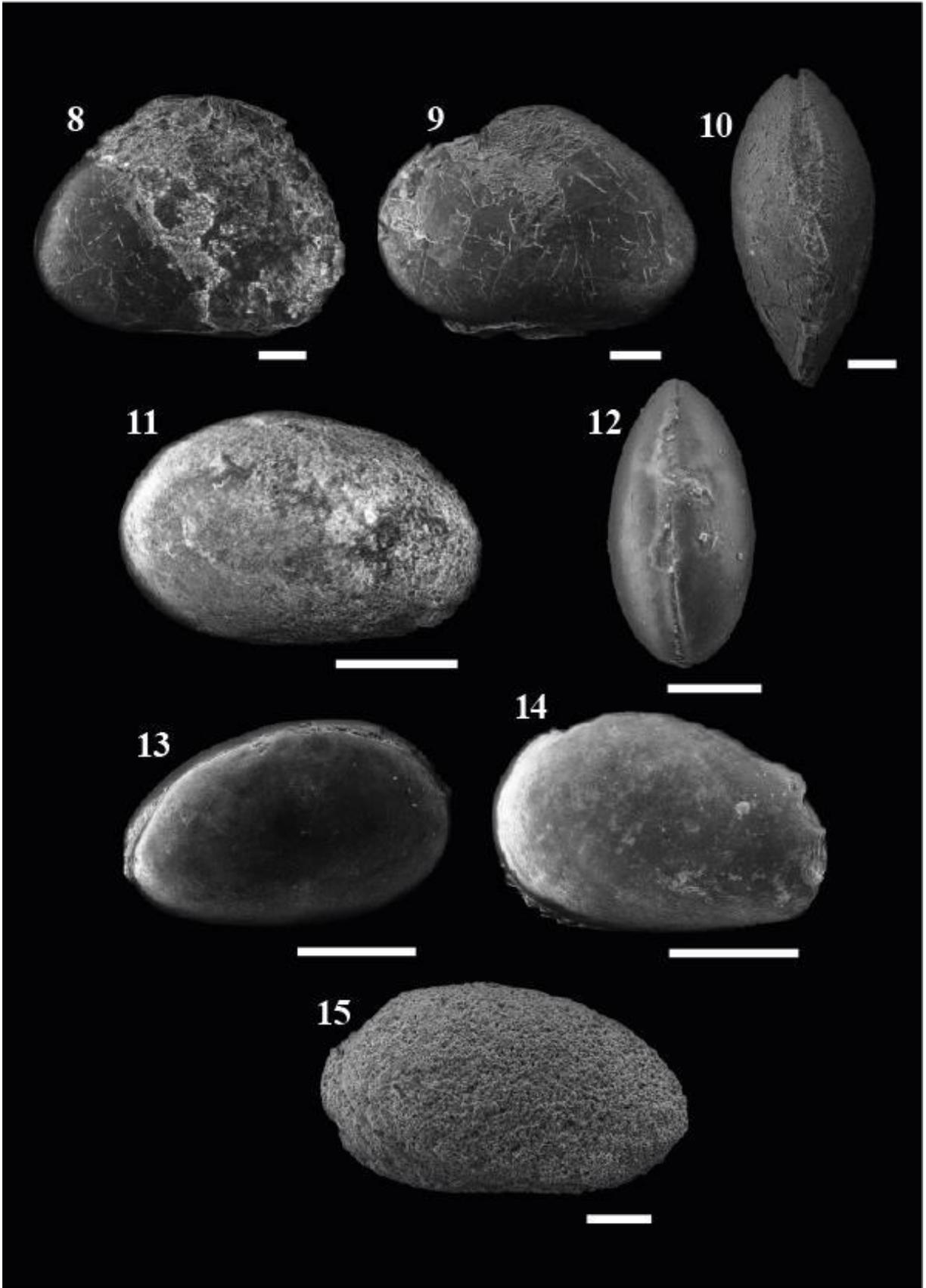
5: 1-PS-06-CE, prof. 112,40 m, LM-19/147B, valva direita, vista lateral, comprimento 245 µm, altura 162 µm;

6: 1-PS-06-CE, prof. 112,40 m, LM-19/147C, vista dorsal, comprimento 236 µm, largura 120 µm.

7: *Harbinia crepata* (Do Carmo *et al.*, 2013).

7: 1-PS-07-CE, prof. 117,60 m, LM-19/200D, valva direita, vista lateral, comprimento 561 µm, altura 353 µm;

Estampa 2



Estampa 2

(Barra equivale a 100µm)

8-10: *Harbinia micropapillosa* (Bate, 1972 emend Do Carmo *et al.*, 2008).

8: 1-PS-06-CE, prof. 112,40 m, LM-19/147D, valva esquerda, vista lateral, comprimento 659 µm, altura 516 µm;

9: 1-PS-06-CE, prof. 112,40 m, LM-19/147E, valva direita, vista lateral, comprimento 618 µm, altura 463 µm;

10: 1-PS-06-CE, prof. 112,40 m, LM-19/147F, vista dorsal, comprimento 668 µm, largura 303 µm.

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

11: 1-PS-06-CE, prof. 114,50 m, LM-19/149A, valva esquerda, vista lateral, comprimento 299 µm, altura 195 µm.

12-14: *Harbinia sinuata* (Krömmelbein & Weber, 1971).

12: 1-PS-07-CE, prof. 116,90 m, LM-19/198A, vista dorsal, comprimento 309 µm, largura 157 µm;

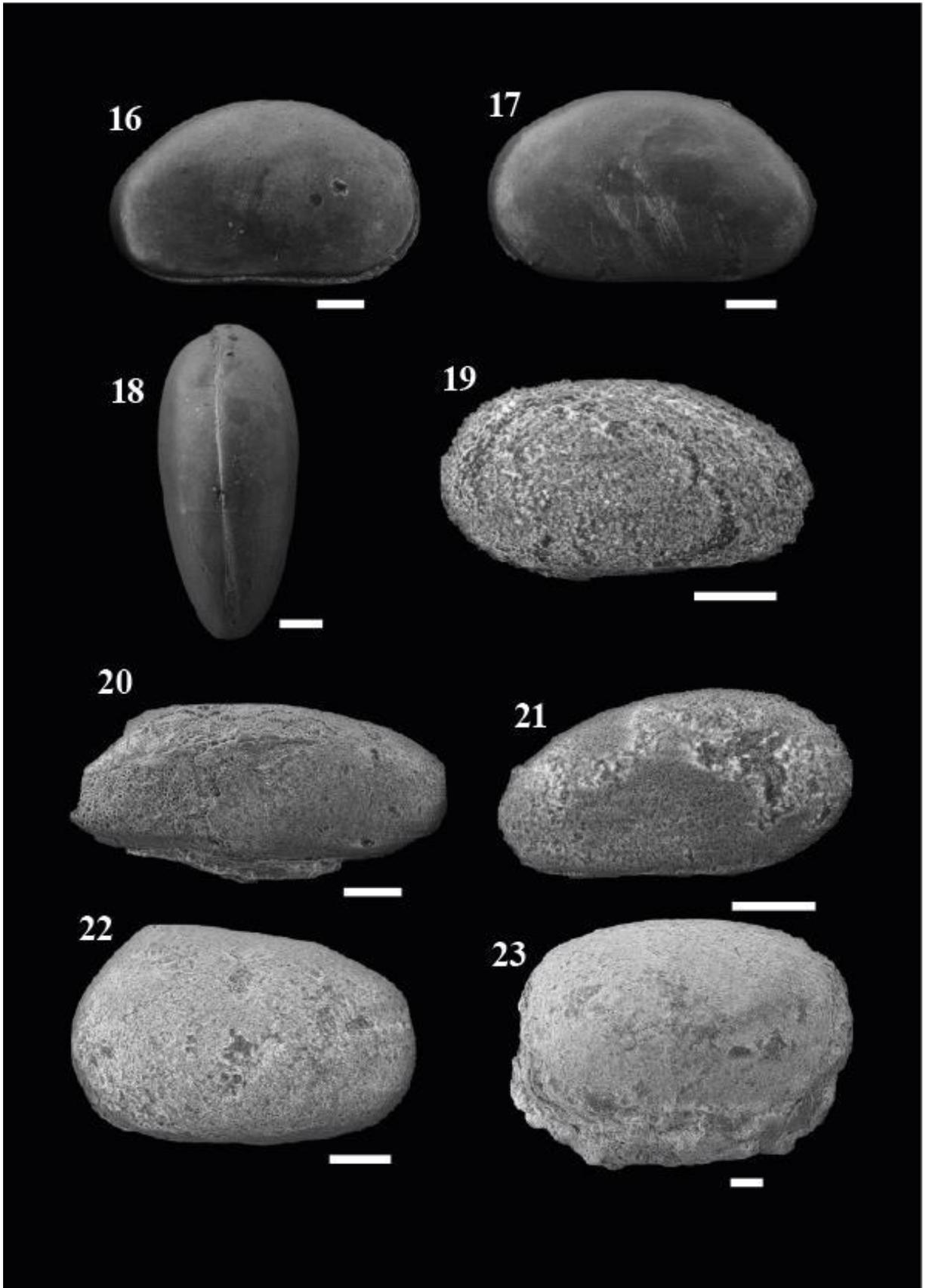
13: 1-PS-07-CE, prof. 116,90 m, LM-19/198B, valva direita, vista lateral, comprimento 280 µm, altura 175 µm;

14: 1-PS-07-CE, prof. 116,90 m, LM-19/198C, valva esquerda, vista lateral, comprimento 258 µm, largura 171 µm.

15: *Harbinia symmetrica* (Krömmelbein & Weber, 1971).

15: 1-PS-07-CE, prof. 117,30 m, LM-19/199A, valva direita, vista lateral, comprimento 568 µm, altura 328 µm.

Estampa 3



Estampa 3

(Barra equivale a 100µm)

16-18: *Damonella grandiensis* (Tomé *et al.*, 2014).

16: 1-PS-07-CE, prof. 116,90 m, LM-19/198D valva direita, vista lateral, comprimento 666 µm, altura 398 µm;

17: 1-PS-07-CE, prof. 116,90 m, LM-19/198E, valva esquerda, vista lateral, comprimento 652 µm, altura 385 µm;

18: 1-PS-07-CE, prof. 116,90 m, LM-19/198F, vista dorsal, comprimento 735 µm, largura 328 µm.

19: *Damonella* sp.

19: 1-PS-06-CE, prof. 114,50 m, LM-19/149B, valva direita, vista lateral, comprimento 628 µm, altura 284 µm.

20: *Darwinula martinsi* (Silva, 1978b emend Do Carmo *et al.*, 2004)

20: 1-PS-07-CE, prof. 117,60 m, LM-19/200E, valva direita, vista lateral, comprimento 454 µm, altura 245 µm.

21: *Darwinula leguminella* (Forbes, 1855)

21: 1-PS-07-CE, prof. 116,90 m, LM-19/198E, valva esquerda, vista lateral, comprimento 416 µm, altura 225 µm.

22: *Theriosynoecum* sp.

22: 1-PS-07-CE, prof. 117,60 m, LM-19/200F, valva direita, vista lateral, comprimento 564 µm, altura 360 µm.

23: *Brasacypris* sp.

23: 1-PS-07-CE, prof. 117,30 m, LM-19/199B, valva direita, vista lateral, comprimento 1037 µm, altura 771 µm.