



Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Geociências – IG
Programa de Pós-Graduação em Geologia

**OSTRACODES DA FORMAÇÃO SANTANA (CRETÁCIO INFERIOR,
APTIANO SUPERIOR), BACIA DO ARARIPE, NE-BRASIL:
TAXONOMIA, DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA E
PALEOECOLOGIA**

LUCAS SILVEIRA ANTONIETTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº. 266

Orientador:

Prof. Dr. Dermeval Aparecido do Carmo (IGD – UnB)

Examinadores:

Prof. Dr. Maria Inês Feijó Ramos – Membro Titular Externo

Prof. Dr. Mario Luis Assine – Membro Suplente Externo

Profa. Dra. Edi Mendes Guimarães – Membro Titular Interno

Prof. Dr. Ricardo Lourenço Pinto – Membro Suplente Interno

Brasília, DF

05 de fevereiro de 2010.

*Ao meu pai, Aldo Antonietto Júnior, geólogo.
Uma de suas metas profissionais era a Pós-Graduação,
da qual ele precisou abrir mão em nome da família.
Agora, pai, essa é pra você.*

AGRADECIMENTOS

À minha pequena família, Edriana e Léo, por todo o apoio e, principalmente, compreensão. Vocês serão parte da minha vida para sempre; não importa o que aconteça; onde quer que estejamos, estaremos sempre ligados.

À minha grande família: pais, Aldo e Tereza, e irmãs, Laís e Ana Tereza, por todos os anos de convivência. Aos meus queridos avós, Aldo e Cida, Filinha e Tito (nomes para mim mais importantes do que os de batismo), meus padrinhos, Márcia e Zé Augusto, meu afilhado, Matheus, e todos os tios, primos e sobrinhos que participam positivamente desta caminhada.

Ao Prof. Dr. Dermeval Aparecido do Carmo, pela oportunidade única de cursar Mestrado em Paleontologia no Instituto de Geociências da UnB. A conclusão deste trabalho obviamente não seria possível sem toda a estrutura e cooperação oferecidas. Ao Prof. Dr. Carlos José Souza Alvarenga, por me receber como aluno de Mestrado em um primeiro momento.

À Dra. Silvia Regina Gobbo (minha “co-orientadora não oficial”), por todo apoio na reta final do trabalho e seus desdobramentos. Ao Prof. Dr. Mario Luis Assine, pelos esforços na resolução das questões litoestratigráficas deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Detlef Hans-Gert Walde e Profa. Dra. Sonia Nair Bao, pelas cartas de recomendação. Espero, com este trabalho, ter sido digno da confiança depositada em mim por vocês quando, lá no começo, me recomendaram para este programa de pós-graduação.

Ao Instituto de Geociências da UnB e seus professores, Dra. Caroline Thaís Martinho, Dr. Geraldo Resende Boaventura, Dr. João Carlos Coimbra, Dr. Marco Ianniruberto, Dr. Patrick Seyler, Dr. Reinhardt Adolfo Fuck, Dra. Sara Cristina Ballent e Dr. Francisco Henrique de Oliveira Lima, pelas disciplinas cursadas nestes últimos dois anos. Aos secretários e demais funcionários, pelo suporte nas atividades diárias.

Aos colegas paleontólogos do CENPES-Petrobras, Dr. Oscar Stroschoen Júnior, Dr. João Villar de Queiroz Neto e a geóloga Jeanine de Lacerda Grillo, pelo auxílio durante as minhas viagens à cidade do Rio de Janeiro para tiragem de fotomicrografias. Ao técnico Rogério da Silva Martins da Costa, pelas excepcionais fotos tiradas em microscópio eletrônico de varredura para este trabalho. À Dra. Sara Lais Rahal Lenharo, da Polícia Federal do Distrito Federal, por parte das fotomicrografias aqui utilizadas.

Às funcionárias Joana e Nilma, do Instituto de Biologia da UnB, pelo auxílio e apoio durante a aquisição da licença que me permitiu realizar este trabalho. Pelo mesmo motivo, ao

Setor de Recursos Humanos da UnB.

Aos companheiros de laboratório, Dr. Ricardo Lourenço Pinto, Dr. Cláudio Magalhães de Almeida, M.Sc. Henrique Zimmerman Tomassi e M.Sc. Simone Carolina Sousa e Silva, pelas discussões enriquecedoras, e por aquelas nem tanto, igualmente. À bolsista de iniciação científica Maria Alice Morgado Castanheira Cordeiro Fernandes, pelo apoio fundamental neste projeto e seus derivados. Aos ex-companheiros de laboratório Fábio Makino, Tito Neto e Zé Eduardo, pela amizade permanente.

Aos meus queridos amigos, aqueles com quem pude compartilhar os raros momentos de sossego dos últimos dois anos: Carol Foca, Carol Grande, Paçoca, Dedé, Natália, Áli, Patrícia Loraine, e por fim os meus eternos amigos (os primeiros que fiz em Brasília!) Rodrigo, Pedro e Lucas; caras, vocês são incríveis.

Um agradecimento especial ao Prof. Dr. José Roberto Pujol-Luz, por me mostrar, de certa forma, outras opções de áreas de trabalho além da Zoologia.

Finalmente, meus muito sinceros pedidos de desculpas a todos aqueles que por acaso não foram citados, embora ainda assim o mereçam. Saibam que, no meu coração, vocês e todos os aqui mencionados são referência bibliográfica.

“Dê-me uma alavanca
e um ponto de apoio onde colocá-la,
e eu vou mover o mundo.”

Arquimedes

RESUMO

Treze espécies de ostracodes foram recuperadas em amostras de seções das perfurações IPS-11-CE e IPS-12-CE, membros Crato e Romualdo, Formação Santana: *Harbinia alta*, *Harbinia crepata*, *Harbinia micropapillosa*, *Harbinia salitrensis*, *Harbinia symmetrica*, *Cetacella edrianae* sp. nov., *Talicypridea?* sp.1, *Talicypridea?* sp.2, *Paracypria* sp.1, *Ilyocypris* sp.1, *Darwinula?*sp.1, Gen. 1 et sp.1 e Gen. 2 et sp.1. As espécies de ostracodes presentes nas associações e conjuntos permitem a correlação do Andar Alagoas na bacia do Araripe com diversas bacias da margem continental brasileira: Espírito Santo, Grajaú, Maranhão, Potiguar e Sergipe-Alagoas. Adicionalmente, é possível correlacionar este intervalo ao Aptiano superior das bacias do Gabão, Congo e Angola, na margem continental ocidental africana. As associações e conjuntos de espécimes, em geral, são límnicas, monoespecíficas e amplamente dominadas por espécies do gênero *Harbinia*, o que indica a presença de paleoambientes dominados por lagos salobros ou hipersalinos. *Cetacella*, gênero associado a ambientes carbonáticos, ocorre em uma amostra de calcário das camadas Ipubi. Ocorrências de *Ilyocypris* e *Paracypria* no Membro Romualdo evidenciam intervalos de condições de água doce a oligo-halina; adicionalmente, a ocorrência de *Paracypria* indica ambientes transicionais. De acordo com a análise das seções estudadas, bem como trabalhos anteriores, os sedimentos do Membro Crato, em especial as camadas Ipubi, e da base do Membro Romualdo foram depositados em ambientes transicionais compostos por lagos costeiros. Estes apresentavam salinidade variando entre hipersalina, para o Membro Crato, e água doce a salobra, para o Romualdo, com predominância de condições de baixa energia ambiental e episódios eventuais de alta energia.

Palavras-chave: Cretáceo inferior, Andar Alagoas, taxonomia, distribuição estratigráfica, paleoecologia.

ABSTRACT

Thirteen ostracod species were recovered from samples in sections of drillings IPS-11 IPS-CE and IPS-12-CE, Crato and Romualdo members, Santana Formation: *Harbinia alta*, *Harbinia crepata*, *Harbinia micropapillosa*, *Harbinia salitrensis*, *Harbinia symmetrica*, *Cetacella edrianae* sp. nov., *Talicypridea?* sp.1, *Talicypridea?* sp.2, *Paracypria* sp.1, *Ilyocypris* sp.1, *Darwinula?* Sp.1, Gen. 1 et sp.1 and Gen. 2 et sp.1. The species associations and clusters allow correlation of the Alagoas Stage in the Araripe basin with several others in the Brazilian continental margin: Espírito Santo, Grajaú, Maranhão, Potiguar and Sergipe-Alagoas. Additionally, this interval can be correlated to the upper Aptian of the basins of Gabon, Congo and Angola, in the African western continental margin. Species associations and clusters are in general limnic, monospecific and largely dominated by species of *Harbinia*, an evidence of paleoenvironments dominated by brackish to hypersaline lakes. *Cetacella*, a genus associated to carbonate environments, occurs in one limestone sample of in the Ipubi layers. Occurrence of *Ilyocypris* and *Paracypria* in the Romualdo Member indicate freshwater to oligohaline intervals; additionally, the occurrence of *Paracypria* indicates transitional environments. According to the analysis of the studied sections, as well as previous works, sediments from the Crato Member, in particular the Ipubi layers, and the basal section of the Romualdo Member were deposited in transitional environments composed by coastal lakes. These lakes presented salinity levels ranging from hypersaline in the Crato Member to freshwater until brackish in the Romualdo Member, with prevalence of low-energy environmental conditions and eventual episodes of high energy.

Keywords: Lower Cretaceous, Alagoas Stage, taxonomy, stratigraphic distribution, palaeoecology.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. GEOLOGIA REGIONAL	1
3. ANDAR ALAGOAS	6
3.1. Andar Alagoas na bacia do Araripe: formações Barbalha e Santana	8
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
5. GEOLOGIA LOCAL	14
5.1. Perfuração IPS-11-CE	14
5.2. Perfuração IPS-12-CE	16
6. TAXONOMIA	17
7. DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA	40
8. PALEOECOLOGIA E PALEOAMBIENTE	43
8.1. Análise da estrutura populacional	45
8.2. Considerações Finais	47
9. CONCLUSÃO	49
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

Índice de figuras

Figura 1. Localização da bacia do Araripe em relação a importantes bacias do nordeste do Brasil (modificado de Arai <i>et al.</i> , 2006).....	2
Figura 2. Mapa geológico da bacia do Araripe e de localização das perfurações IPS-11-CE e IPS-12-CE (modificado de Assine, 1990).....	3
Figura 3. Carta estratigráfica da bacia do Araripe, Estado do Ceará, NE-Brasil (modificado de Coimbra <i>et al.</i> , 2002; Assine, 2007; Do Carmo <i>et al.</i> , 2008).....	5
Figura 4. Paleocorrentes das sequências sedimentares da bacia do Araripe, NE-Brasil (modificado de Assine, 1994, 2007).	6
Figura 5. História da litoestratigrafia da bacia do Araripe, NE-Brasil (modificado de Martill, 2007).....	9
Figura 6. Biozoneamento da Formação Santana (modificado de Assine, 2007 e Coimbra <i>et al.</i> , 2002).	10
Figura 7. Zonas <i>Sergipea variverrucata</i> Regali <i>et al.</i> , 1974 <i>emend.</i> Regali, 1987b (P-270) e <i>Harbinia</i> spp.201-218 (O11) na bacia do Araripe e outras bacias do nordeste do Brasil (modificado de Do Carmo, 1998; Gobbo, 2006).	11
Figura 8. Localização das perfurações IPS-11-CE e IPS-12-CE, bacia do Araripe, Brasil....	13
Figura 9. Coluna estratigráfica e amostragem das perfurações IPS-11-CE e IPS-11-CE, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	15
Figura 10. Dimensões e regiões da carapaça em Ostracoda (adaptado de Kesling, 1951).	18
Figura 11. 1-9. <i>Harbinia alta</i> Do Carmo <i>et al.</i> , 2010. 1-3. Adulto (CP-408), vistas laterais esquerda (VLE) e direita (VLD) e dorsal (VDo). 4. Estágio juvenil A-1 (CP-409), VLD. 5. Estágio juvenil A-2 (CP-410), VLD. 6. Estágio juvenil A-3 (CP-411), VLD. 7. Estágio juvenil A-4 (CP-412), VLD. 8. Estágio juvenil A-5 (CP-413), VLD. 9. Estágio juvenil A-6 (CP-414), VLD. 10-18. <i>Harbinia salitrensis</i> (Krömmelbein & Weber, 1971) <i>emend.</i> Antonietto <i>et al.</i> , 2010. 10-12. Adulto (CP-400), VLD, VLE e VDo. 13. Estágio juvenil A-1 (CP-401), VLD. 14. Estágio juvenil A-2 (CP-421), VLD. 15. Estágio juvenil A-3 (CP-402), VLD. 16. Estágio juvenil A-4 (CP-403), VLD. 17. Estágio juvenil A-5 (CP-419), VLD.18. Estágio juvenil A-6 (CP-420), VLD.....	22
Figura 12. Estágios ontogenéticos de <i>Harbinia alta</i> Do Carmo <i>et al.</i> , 2010, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil. Obs.: Alguns dos exemplares medidos se encontram em Antonietto <i>et al.</i> (2010).	23
Figura 13. 1-8. <i>Harbinia symmetrica</i> (Krömmelbein & Weber, 1971) <i>emend.</i> 1. Adulto (MP-	

O-1614), vista lateral direita (VLD). 2-4. Estágio juvenil A-1 (CP-383), vista lateral esquerda (VLE), VLD e vista dorsal (VDo). 5. Estágio juvenil A-1 (CP-384), vista interna esquerda (VIE). 6. Estágio juvenil A-2 (CP-385), VLD. 7. Estágio juvenil A-1 (CP-384), detalhe dos elementos da charneira: fossetas (Fs) e barra (Br). 8. Estágio juvenil A-1 (CP-383), detalhe das cicatrizes dos músculos adutor (CA) e dorsal (CDo). 9. <i>Harbinia crepata</i> Do Carmo <i>et al.</i> , 2010. Estágio juvenil A-1 (CP-390), VLE. 10. <i>Harbinia micropapillosa</i> (Bate, 1972) <i>emend.</i> Do Carmo <i>et al.</i> , 2008. Estágio juvenil A-2 (CP-389), VLE. 11-13. <i>Cetacella edrianae</i> sp. nov. 11 Adulto (CP-405), VLD. 12-13. Adulto (CP-404), VLE e VDo. 14-16. <i>Talicypridea?</i> sp.1 (CP-407), VLD, VLE e VDo.	26
Figura 14. Estágios ontogenéticos de <i>Harbinia salitrensis</i> (Krömmelbein & Weber, 1971) <i>emend.</i> Antonietto <i>et al.</i> , 2010, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	28
Figura 15. 1-2. <i>Talicypridea?</i> sp.2 (CP-393), vistas laterais esquerda (VLE) e ventral. 3-5. <i>Paracypria</i> sp.1 (CP-392), vista lateral direita (VLD), VLE e vista dorsal (VDo). 6-7. <i>Iliocypris</i> sp.1 (CP-391), VLD e VDo. 8-12. <i>Darwinula?</i> sp.1. 8-10. Adulto (CP-415), VLD, VLE e VDo. 11. Juvenil A-2 (CP-416), VLD. 12. Juvenil A-3 (CP-417), VLD. 13-15. Gen et sp. indet. 1.(CP-406), VLD, VLE e VDo. 16-17. Gen et sp. indet. 2 (CP-418), VLE e vista interna esquerda (VIE).	35
Figura 16. Distribuição estratigráfica e abundância das espécies de ostracodes na perfuração IPS-11-CE, Membros Crato, em especial as camadas Ipubi, e Romualdo, bacia do Araripe, Brasil.	41
Figura 17. Distribuição estratigráfica e abundância das espécies de ostracodes na perfuração IPS-12-CE, Membro Romualdo, bacia do Araripe, Brasil.	42
Figura 18. Intervalos de salinidade e diversidade específica (adaptado de Hudson, 1990). ...	44
Figura 19. Estrutura populacional com base em estágios ontogenéticos e possíveis interpretações paleoambientais (adaptado de Whatley 1983, 1988).	45
Figura 20. Estrutura populacional por estágio ontogenético em amostras dos Membros Crato e Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	46
Figura 21. Ocorrências autóctones e alóctones e níveis de energia do meio em amostras da perfuração IPS-11-CE, bacia do Araripe, Brasil (obs: amostras do Membro Romualdo na perfuração são estéreis).	47
Figura 22. Ocorrências autóctones e alóctones e níveis de energia do meio em amostras da perfuração IPS-12-CE, bacia do Araripe, Brasil.	48

Índice de Tabelas

Tabela I. Amostras da perfuração IPS-11-CE, Membros Crato e Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	12
Tabela II. Amostras da perfuração IPS-12-CE, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	12
Tabela III. Material ilustrado de <i>Harbinia alta</i> Do Carmo <i>et al.</i> , 2010, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	20
Tabela IV. Material ilustrado de <i>Harbinia crepata</i> Do Carmo <i>et al.</i> , 2010, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.....	22
Tabela V. Material ilustrado de <i>Harbinia micropapillosa</i> (Bate, 1972) <i>emend.</i> Do Carmo <i>et al.</i> , 2008, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.....	24
Tabela VI. Material ilustrado de <i>Harbinia salitrensis</i> (Krömmelbein & Weber, 1971) <i>emend.</i> Antonietto <i>et al.</i> , 2010, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	26
Tabela VII. Material ilustrado de <i>Harbinia symmetrica</i> (Krömmelbein & Weber), 1971, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.....	29
Tabela VIII. Material ilustrado de <i>Cetacella edrianae</i> sp. nov, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	31
Tabela IX. Material ilustrado de <i>Talicypridea?</i> sp.1, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	32
Tabela X. Material ilustrado de <i>Talicypridea?</i> sp.2, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	33
Tabela XI. Material ilustrado de <i>Paracypria</i> sp.1, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.....	35
Tabela XII. Material ilustrado de <i>Ilyocypris</i> sp.1, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	36
Tabela XIII. Material ilustrado de <i>Darwinula?</i> sp.1, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	38
Tabela XIV. Material ilustrado de Gen et sp. indet. 1, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.....	39
Tabela XV. Material ilustrado de Gen et sp. indet. 2, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.	39
Tabela XVI. Distribuição de espécies do gênero <i>Harbinia</i> em bacias e estratos do Atlântico Sul.....	43

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação trata da taxonomia, paleoecologia e distribuição estratigráfica de espécies de ostracodes dos membros Crato, especialmente as camadas Ipubi, e Romualdo, Formação Santana, Andar Alagoas, bacia do Araripe (Aptiano-Albiano?), Brasil. As amostras provem de duas perfurações do “Projeto Santana II”, do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, denominadas IPS-11-CE e IPS-12-CE. As sondagens foram feitas, respectivamente, nos municípios do Crato e de Jardim, no Estado do Ceará, Brasil.

A Formação Santana é reconhecida pelo registro fóssil abundante e variado, que inclui fragmentos vegetais, vertebrados e artrópodes, em especial ostracodes. No que se refere ao estudo de ostracodes, os primeiros trabalhos remetem à década de 1970, enfocados principalmente em morfologia e taxonomia (Krömmelbein & Weber, 1971; Bate, 1971, 1972, 1973; Silva, 1978a,b,c). Nos anos 80 e 90, as pesquisas passaram a abordar outros aspectos, como distribuição populacional, bioestratigrafia e correlações com outras bacias (Arai & Coimbra, 1990; Bérthou *et al.*, 1990; Silva Telles Jr. & Viana, 1990; Bérthou *et al.*, 1994; Colin & Depèche, 1997).

Do final dos anos 90 em diante, percebe-se um direcionamento para o estudo da morfologia de apêndices e descrição de ovos (Smith, 1999, 2000). No Século XXI, destacam-se o trabalho de revisão da bioestratigrafia baseada em ostracodes (Coimbra *et al.*, 2002); os estudos paleoambientais dos membros Crato e Romualdo (Gobbo, 2006); a retomada dos estudos de revisão da taxonomia (Do Carmo *et al.*, 2004), e suas conseqüências para o biozoneamento da bacia (Do Carmo *et al.*, 2008). O retorno dos trabalhos a essas áreas tem sido importante para complementar lacunas deixadas por estudos anteriores, direcionados para aspectos essencialmente aplicados. Assim sendo, o presente trabalho vem contribuir para uma compreensão ampliada a respeito da fauna de ostracodes da Formação Santana, bem como o refinamento da bioestratigrafia e a datação relativa do Andar Alagoas na bacia do Araripe.

2. GEOLOGIA REGIONAL

A bacia do Araripe está localizada na região Nordeste do Brasil, sobre a província estrutural Borborema, também conhecida como Região de Dobramentos do Nordeste (7°02'49' S e 38°30'–40°55' W) (Assine, 1992; Coimbra *et al.*, 2002) (Fig. 1). Possui aproximadamente 9.000 km² de área, estendendo-se pelos estados do Ceará, Piauí, Pernambuco e Paraíba, por cerca de 180km no sentido E-W e 70km de N-S, em seu trecho mais largo (Ponte & Appi, 1990; Vidal *et al.*, 2006). A bacia ocupa as áreas correspondentes à

chapada do Araripe, na porção oeste, e partes do vale do Cariri, a leste.

A divisão geográfica regional da bacia permite identificar dois grupos sedimentares distintos: o vale do Cariri, dominado por sedimentos do Grupo Vale do Cariri (formações Cariri, Brejo Santo, Missão Velha e Abaiara); e a chapada do Araripe, onde afloram preferencialmente unidades do Grupo Araripe (formações Barbalha, Santana, Araripina e Exu); (Assine, 2007) (Fig. 2). A bacia do Araripe é cercada por uma série de afloramentos, denominados por diversos autores como sub-bacias (Silva *et al.*, 2003), que testemunham uma maior extensão areal em períodos anteriores ao atual (Ponte, 1994). Estes mesmos afloramentos geralmente são encontrados em regiões de depressão derivadas do tectonismo distensivo regional (Valença *et al.*, 2003).

De modo geral, a história geológica da bacia do Araripe está ligada à fragmentação do Gondwana e à abertura do oceano Atlântico Sul (Castro & Castelo Branco, 1999; Kellner, 2002). O surgimento da bacia remete ao paleozóico; a partir do Neojurássico, quatro estágios sucessivos de evolução tectônica são identificáveis: pré-rifte (bacia interior simples), rifte (bacia do tipo rifte intracontinental) e pós-rifte I e II (bacia interior simples novamente) (Ponte & Ponte Filho, 1996; Assine, 2007). Cada estágio está separado por discordâncias, indicando o caráter poli-histórico da bacia (Assine, 1994; Arai, 2006) (Fig. 3).

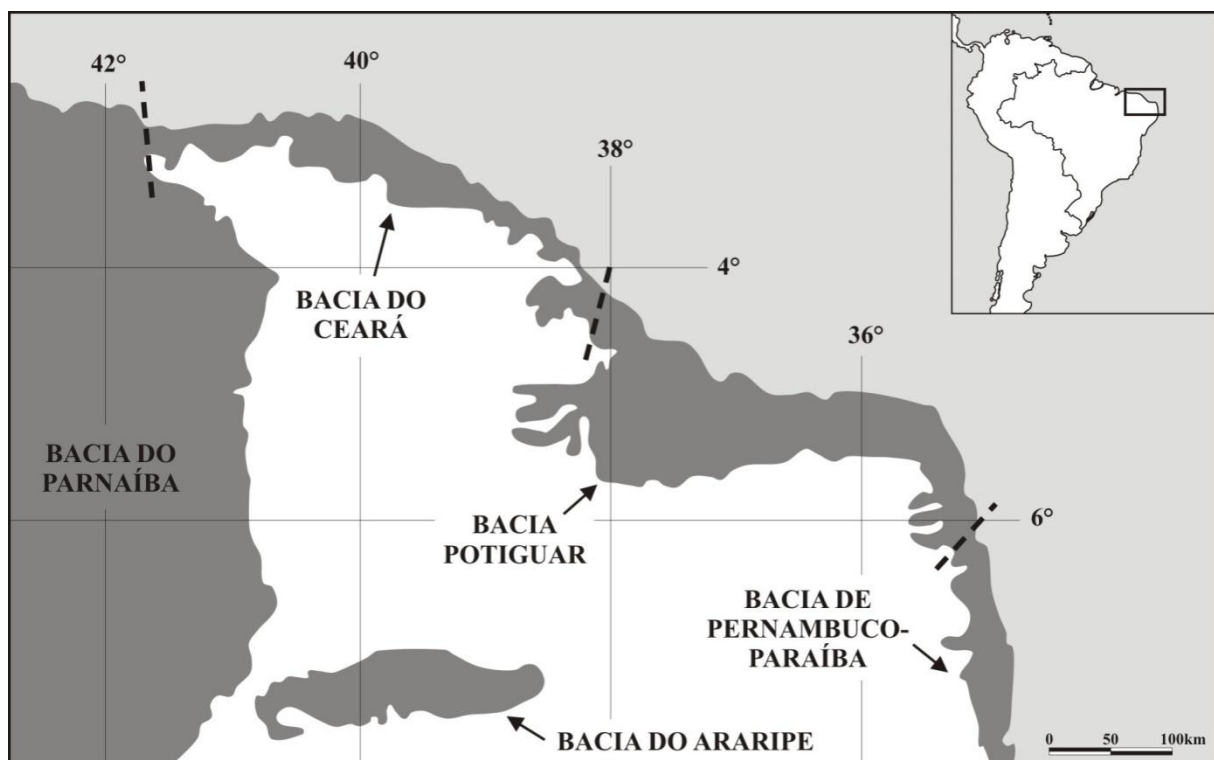


Figura 1. Localização da bacia do Araripe em relação a importantes bacias do nordeste do Brasil (modificado de Arai *et al.*, 2006).

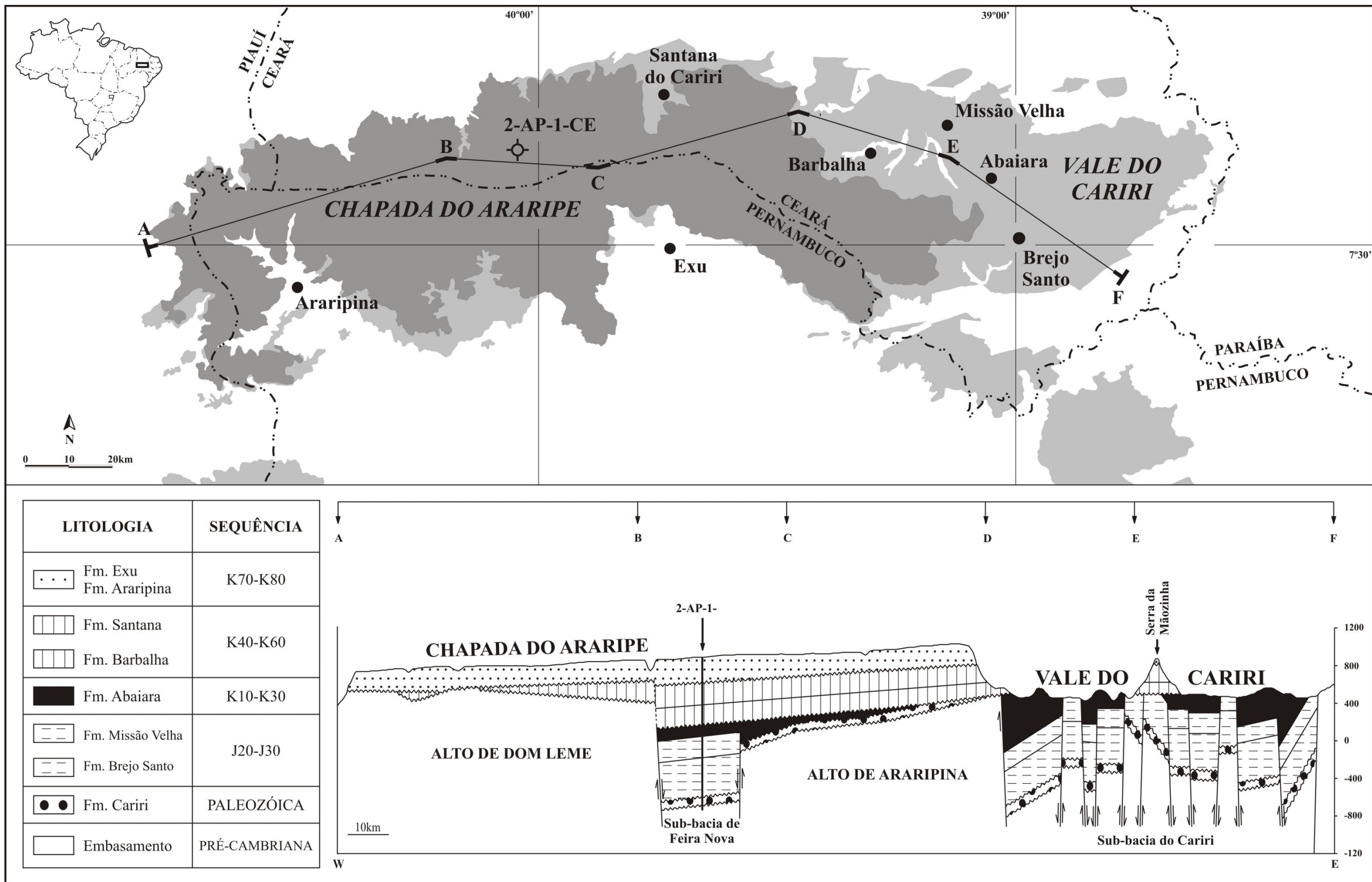


Figura 2. Mapa geológico da bacia do Araripe e de localização das perfurações IPS-11-CE e IPS-12-CE (modificado de Assine, 1990).

A sequência inferior ou Paleozóica da bacia compreende os sedimentos da Formação Cariri, assim denominada por Beurlen (1962). A unidade é possivelmente Neo-ordoviciana/Siluriana e aflora a leste da bacia, no Vale do Cariri (Braun, 1966; Ghignone, 1972; Assine, 1992, 2007; Ponte & Ponte Filho 1996). Esta formação é constituída por arenitos médios a muito grossos, com níveis conglomeráticos, especialmente na base. Estes depósitos são interpretados como de fácies de sistemas fluviais entrelaçados, com padrões de paleodrenagem fluindo para noroeste (Assine, 1994) (Fig. 4). Foi considerada afossilífera (Braun, 1966), à exceção de icnofósseis observados por Carvalho (2000), porém questionáveis segundo outros autores (Kellner, 2002).

A sequência Jurássico-Aratu da bacia, ou J-20-J30, é representada pelas formações Brejo Santo e Missão Velha (Assine, 2007). A primeira é composta por folhelhos e lamitos com ostracodes e palinórfos normalmente encontrados no Andar Dom João (Braun, 1966; Coimbra, 2002). A presença exclusiva de espécies límnicas indica sedimentação lacustre. A Formação Missão Velha, sobreposta, apresenta arenitos localmente conglomeráticos, abundantes em fragmentos vegetais silicificados. As fácies representam planícies fluviais de sistemas entrelaçados (Assine, 2007).

O estágio rifte da bacia do Araripe, ou K10-K30, iniciado possivelmente no Berriasiano, é representado pela Formação Abaiara (Ponte Filho & Ponte, 1992; Ponte & Ponte Filho, 1996). A sequência é formada por folhelhos silticos e siltitos, com intercalações arenosas e níveis conglomeráticos com fragmentos de madeira silicificada, e conglomerados observáveis apenas em subsuperfície (Assine, 2007). O registro fossilífero da formação varia de escasso e esparso, na parte inferior da unidade, a abundante, embora pouco diverso, mais acima (Coimbra *et al.*, 2002). Associações faciológicas e conteúdo fossilífero indicam sedimentação em tratos deposicionais com alternância de lagos rasos e planícies fluviais de canais entrelaçados. Paleocorrentes medidas nos arenitos fluviais mostram fluxo constante para sul-sudoeste, em cenário paleogeográfico similar ao do Andar Dom João (Assine, 1994).

A supersequência pós-rifte I, ou K40-K60, representa o Aptiano-Albiano? na bacia do Araripe. É constituída inicialmente por dois ciclos transgressivos-regressivos, representados por sistemas fluviolacustres: o primeiro, correspondendo ao intervalo entre a base da Formação Barbalha e as camadas Batateira; o segundo, caracterizado pelo topo da Formação Barbalha e parte do Membro Crato da Formação Santana. Acima, há dois intervalos deposicionais: transicional-evaporítico, representado pelas camadas Ipubi; e transicional-litorâneo, correspondente ao Membro Romualdo (Assine, 2007). Essa sequência é posteriormente detalhada na seção 3.1 do presente trabalho.

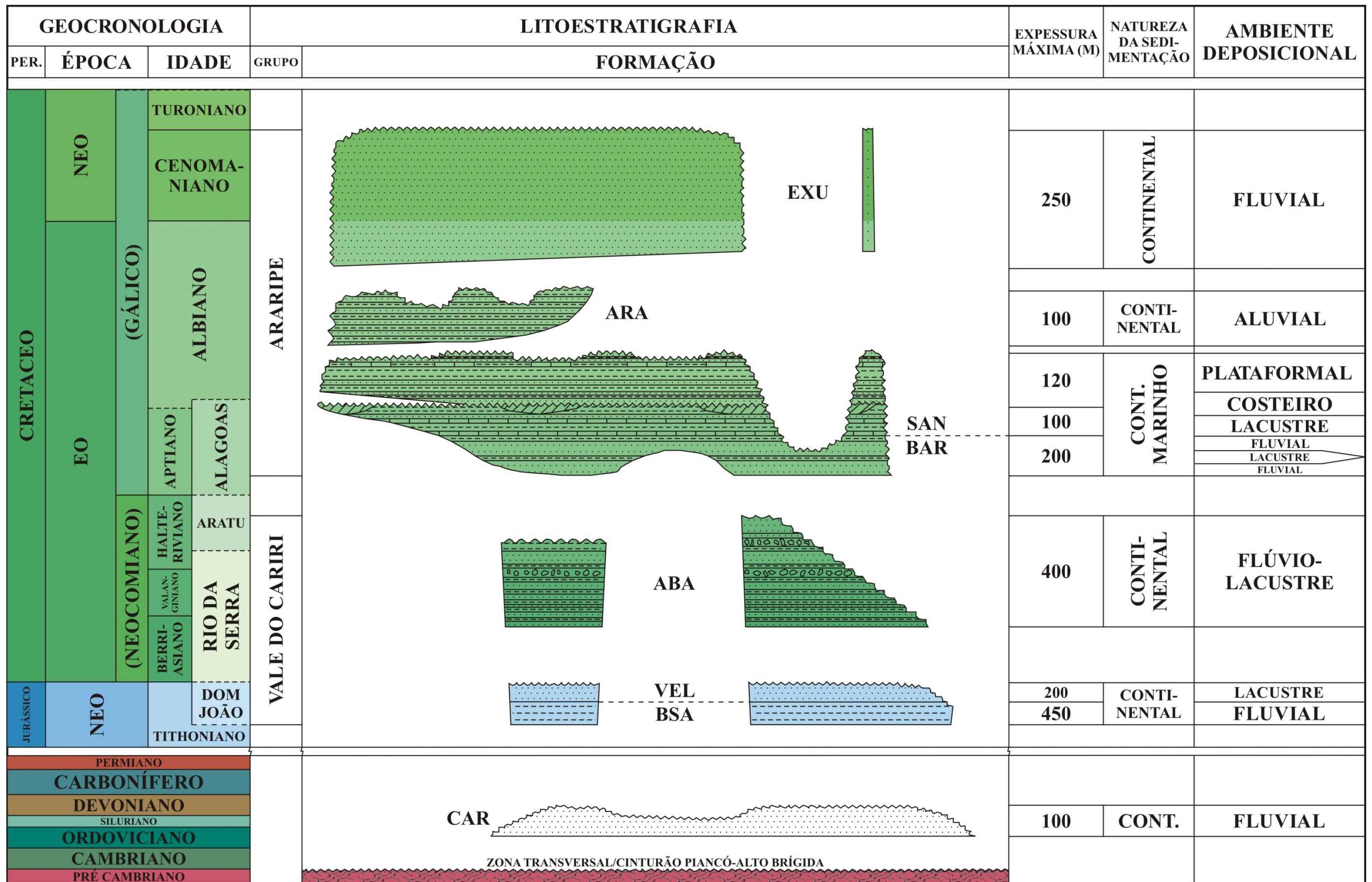


Figura 3. Carta estratigráfica da bacia do Araripe, Estado do Ceará, NE-Brasil (modificado de Coimbra *et al.*, 2002; Assine, 2007; Do Carmo *et al.*, 2008).

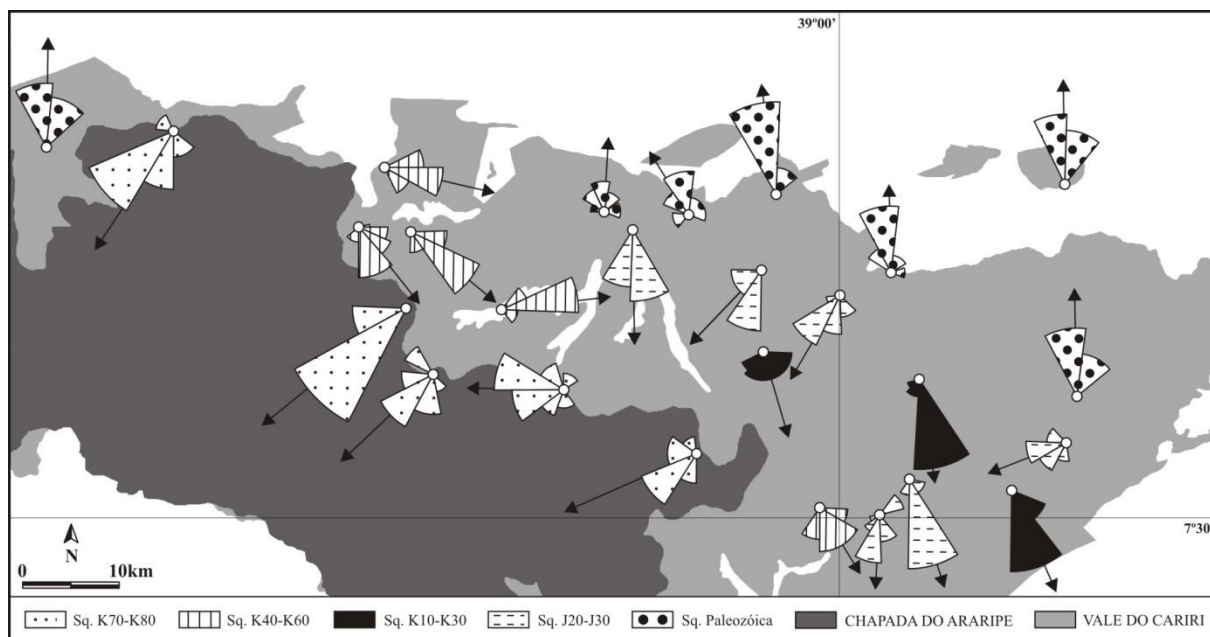


Figura 4. Paleocorrentes das sequências sedimentares da bacia do Araripe, NE-Brasil (modificado de Assine, 1994, 2007).

A sedimentação na bacia do Araripe se encerra entre o Mesoalbio e o Cenomaniano, com a deposição das formações Araripina e Exu, também denominadas sequência K70-K80 (Assine, 1990, 1992; Brito Neves, 1990). O padrão de paleocorrentes nas formações indica fluxo deposicional para oeste, uma mudança acentuada em relação ao padrão das sequências inferiores (Assine, 1994). A Formação Araripina, mais basal, é constituída por ritmitos de arenitos finos e lamitos, com brechas intraformacionais. O conjunto de fácies indica sedimentação em planícies distais de leques aluviais (Assine, 1992, 2007). Palinomorfos revelam predominância de angiospermas em clima quente e semi-árido, contrastando com o domínio de gymnospermas até então observado (Lima, 1979).

A Formação Exu, correspondente ao topo da sequência sedimentar no Araripe, apresenta arenitos e conglomerados dispostos em granodecrescência ascendente, com eventuais intercalações pelíticas. A associação é interpretada como depósitos de planícies distais de leques aluviais e canais distributários, característicos de sistemas fluviais entrelaçados (Assine, 1992, 2007; Silva *et al.*, 2003). Somente traços fósseis são conhecidos da formação, o que inviabiliza uma datação precisa; a idade é admitida como Cretáceo superior com base em correlações litoestratigráficas com bacias adjacentes (Assine, 2007).

3. ANDAR ALAGOAS

O Andar Alagoas corresponde à unidade cronoestratigráfica do Cretáceo Inferior no

Brasil sobreposta ao Andar Jiquiá e sotoposta ao Andar Albiano. O limite superior deste andar local foi posicionado na perfuração CPB-1R-SE, a 324m, e o inferior na perfuração MD-1-AL, a 1180m (Schaller, 1969). Embora considerado de idade Aptiana para as bacias marginais (Regali, 1989a,b; Regali & Viana, 1989; Araripe & Feijó, 1994; Beltrami *et al.*, 1994; Feijó, 1994; Viviers *et al.*, 2000), no Araripe o andar se estende até o Eoalbiano (Regali & Viana, 1989; Arai *et al.*, 1989), possivelmente até o final do Albiano (Coimbra *et al.*, 2002)

O Andar Alagoas se encontra subdividido em dois pacotes distintos na margem continental do Brasil. O Alagoas inferior é caracterizado por sedimentação predominantemente continental, com incursões marinhas. O Alagoas superior corresponde à sedimentação transicional e marinha ocorrida durante o Neoaptiano. Nas porções mais distais, os sedimentos predominantemente carbonáticos foram depositados em ambiente marinho raso de um mar epicontinental (Valença *et al.*, 2003; Dias, 2005). No final do Aptiano, um período de aridez resultou na deposição de espesso pacote evaporítico, conhecido como “evento Ibura” (Dias, *op. cit.*).

As biozonas de ostracodes utilizadas para o reconhecimento do Andar Alagoas foram estabelecidas na bacia de Sergipe-Alagoas, sob a denominação O10/O11, e adotando como espécies-guia *Cytheridea?* spp.201-218. Fixou-se como seção de referência o intervalo de 840-2200 m da perfuração PIA-2-AL, na área de Piaçabuçu (Schaller, 1969). A posterior formalização do código O11 para a biozona ocorreu a partir do estudo de ostracodes da bacia de Campos (Moura, (1987). Do Carmo *et al.* (2008), em trabalho de revisão taxonômica das espécies do andar, propuseram a alteração do nome da biozona para *Harbinia* spp.201-218. Gobbo (2006) propôs a divisão de O11 nas subzonas *Candona* sp. (base) e *Harbinia* sp. (topo).

Com relação a palinórfos, existe pouco consenso quanto às biozonas que definem o andar, e vários tópicos são passíveis de discussão. Um dos problemas diz respeito à sobreposição de zonas entre o Aptiano superior e o Albiano inferior. Zonas como *Vitreisporites pustulosus* Regali, 1987a, sinônimo de *Caytonipollenites?* sp.1 Regali *et al.*, 1974, codificada como P-280; *Pentapsis valdiviae* Lammons, 1970, codificada como P-310; e *Elateropollenites jardinei* Hergreen, 1973, codificada com P-320, apresentam distribuição variada entre as diversas bacias do nordeste brasileiro, ocorrendo em intervalos que contradizem cartas palinoestratigráficas prévias (Regali *et al.*, 1985; Regali & Viana, 1989).

Regali & Viana (1989) admitem cinco zonas de palinórfos para o Andar Alagoas: *Transitoripollis crisopolensis* (Regali *et al.*, 1974) *emend.* Dino, 1994, codificada como P-230; *Inaperturopollenites curvimuratus*, codificada como P-240; *I. turbatus* Balme, 1957,

codificada como P-260; *Sergipea variverrucata* Regali *et al.*, 1974 *emend.* Regali, 1987b, codificada como P-270 e *Complicatissacus cearensis* Regali, 1987a (Regali & Viana, 1989; Dino, 1994; Hessel *et al.*, 1994). Esta última é questionada por alguns autores (Arai *et al.*, 1989) por não ocorrer na seção-tipo do andar nem ser exclusiva do mesmo. Das cinco, P-230 e P-270 são as mais utilizadas, devido a sua maior precisão: a extinção de P-230 marca o final do Eoaptiano, enquanto a extinção de *S. variverrucata* é correlacionado ao final do Aptiano (Arai *et al.*, *op.cit.*; Dino, 1992).

3.1. Andar Alagoas na bacia do Araripe: formações Barbalha e Santana

A unidade basal da sequência, denominada Formação Barbalha, é composta predominantemente por arenitos, com grande quantidade de estruturas sedimentares, conglomerados e alguns níveis de folhelhos (Chagas, 2006). A coluna compreende dois ciclos de arenitos e conglomerados fluviais, cujos topos são marcados por intervalos pelítico-carbonáticos (Neumann *et al.*, 2003). O primeiro, conhecido como camadas Batateira, representa o primeiro registro de um sistema lacustre anóxico na bacia, rico em matéria orgânica. É considerado um marco estratigráfico importante do Neoaptiano, coevo às camadas Trairi, bacia do Ceará, e Ponta de Tubarão, bacia Potiguar, evidenciando condições paleoambientais similares nessas bacias (Hashimoto *et al.*, 1987).

A Formação Santana tem início ao final do segundo ciclo regressivo da Formação Barbalha (Chagas *et al.*, 2007). A unidade apresenta dois dos mais conhecidos *lagerstätten* do Eocretáceo em Gondwana (Maisey, 1991; Martill & Willby, 1993; Carvalho & Santos, 2005). Dependendo do autor, é considerada uma formação individualizada, subdividida em dois ou três membros (Braun, 1966; Beurlen, 1971; Lima, 1979; Brito-Neves, 1990; Ponte & Appi, 1990; Assine, 1990, 1992, 1994, 2007; Ponte, 1994); outros preferem subdividi-la em três, elevando cada membro à categoria de formação (Martill & Willby, 1993; Neumann & Cabrera, 1999; Valença *et al.*, 2003) (Fig. 5). Neste trabalho, é adotada a classificação de Assine (2007).

A Formação Santana compreende calcários laminados, gipsita, folhelhos escuros, arenitos calcíferos, pelitos e arenitos argilosos. Nos folhelhos mais superiores, ocorrem concreções calcárias (Saraiva *et al.*, 2007). Sua base, conhecida como Membro Crato, é caracterizada por folhelhos calcíferos interestratificados com calcários laminados, em bancos com espessura superior a 20m, e folhelhos pirobetuminosos, freqüentemente calcíferos, devido à abundância de ostracodes. No topo do membro, ocorre um nível expressivo, embora descontínuo, de evaporitos gipsíticos, as camadas Ipubi (Assine, 2007; Martill, 2007).

Small (1913)	Beurlen (1962, 1971)	Ponte & Appi (1990)	Assine (1990, 1992, 1994)	Martill & Wilby (1993)	Neumann & Cabrera (1999)	Valença <i>et al.</i> (2003)	Chagas (2006), Assine (2007)	
Arenito superior	Fm. Exu	Fm. Exu	Fm. Exu	Fm. Exu	Fm. Exu	Fm. Exu	Fm. Exu	
Calcáreo Sant'Ana	Fm. Santana	Gr. Araripe Fm. Arajara	Fm. Santana	Gr. Santana Mb. Romualdo	Fm. Arajara	Fm. Arajara	Fm. Araripina	
				Gr. Santana Fm. Santana	Fm. Romualdo	Fm. Romualdo	Mb. Romualdo	
				Gr. Santana Fm. Ipubi	Fm. Ipubi	Fm. Ipubi	Cm. Ipubi	
				Gr. Santana Fm. Crato	Fm. Crato	Fm. Crato	Mb. Crato	
				Gr. Santana Fm. Rio da Batateira	Fm. Rio da Batateira	Fm. Rio da Batateira	Fm. Barbalha	
Arenito inferior	Fm. Missão Velha	Gr. Vale do Cariri Fm. Abaiara	Gr. Juazeiro do Norte Fm. Abaiara	Fm. Missão Velha	Fm. Abaiara	Fm. Abaiara	Fm. Abaiara	
					Fm. Brejo Santo	Fm. Missão Velha	Fm. Missão Velha	Fm. Missão Velha
						Fm. Brejo Santo	Fm. Brejo Santo	Fm. Brejo Santo
					Gr. Vale do Cariri Fm. Brejo Santo	Fm. Brejo Santo	Fm. Brejo Santo	Fm. Brejo Santo
Conglomerado basal	Fm. Cariri	Fm. Mauriti	Fm. Cariri	Fm. Cariri	Fm. Mauriti	Fm. Mauriti	Fm. Cariri	

Figura 5. História da litoestratigrafia da bacia do Araripe, NE-Brasil (modificado de Martill, 2007).

O Membro Romualdo, na porção superior da formação, se interdiga com as camadas Ipubi em algumas regiões, enquanto em outras se sobrepõe diretamente ao Crato. É constituído por intercalações de folhelhos, margas, calcários e lentes de arenitos, com níveis locais conglomeráticos (Chagas, 2006). Os folhelhos e as margas são bastante fossilíferos, e apresentam microfósseis límnicos, como ostracodes e conchostráceos (Bérthou *et al.*, 1994). Ingressões marinhas pulsáteis, formam ambientes mixohalinos com baixa diversidade de espécies na base do membro; destacam-se no topo da unidade diversos horizontes com concreções calcíferas, as quais contêm microfósseis tridimensionalmente preservados (em especial peixes), o que é bastante raro no registro geológico mundial (Ponte & Appi, 1990; Fara *et al.*, 2005).

A Formação Santana é datada como Aptiana-Albiana com base em palinomorfos (Pons *et al.*, 1990, Coimbra *et al.*, 2002). Inicialmente, um sistema lacustre se formou na região, dando origem às rochas do Membro Crato; posteriormente, ocorreram ingressões marinhas pontuais (Kellner, 2002). A presença da Ecozona *Subtilisphaera* spp., bem como do gênero *Spiniferites*, constitui uma evidência dessas ingressões (Arai *et al.*, 1994). Há dúvidas sobre a região a partir da qual essas ingressões ocorreram; o mais provável, com base na análise de paleocorrentes, seria o complexo de bacias do Recôncavo-Tucano-Jatobá (Assine, 1994, 2007).

Nas formações Barbalha e Santana são reconhecidas três zonas de amplitude diferencial superior, uma de ostracodes e duas de palinomorfos. A de ostracodes é

denominada *Harbinia* spp 201-218 (Coimbra *et al.*, 2002; Do Carmo *et al.*, 2008). Da base para o topo, esta zona é dividida em duas subzonas de abundância: *Candona* spp. e *Harbinia* spp. (Gobbo, 2006). As zonas de palinóforos, da base para o topo, são *Sergipea variverrucata* e *Cicatricosisporites avnimelechi* (Fig. 6).

É notável na bacia do Araripe o diacronismo entre o topo das zonas *Harbinia* spp 201-218 e *Sergipea variverrucata*, o qual não é observado nas bacias marginais próximas (Regali, 1989a,b; Araripe & Feijó, 1994; Beltrami *et al.*, 1994; Feijó, 1994; Coimbra *et al.*, 2002; Gobbo, 2006; Do Carmo *et al.*, 2010;) (Fig. 7). Coimbra *et al.* (*op. cit.*) abordam essa problemática sob a perspectiva da integração de dados palinológicos, e principalmente ostracodológicos; entretanto, os mesmos posicionam o topo do Alagoas na bacia do Araripe no Aptiano-Albiano, contrariando interpretações de autores prévios que posicionam este limite no Albiano mais inferior, independente do diacronismo entre *Harbinia* spp 201-218 e *Sergipea variverrucata* (Regali & Viana, 1989; Regali, 1990). Ainda na mesma publicação (página 697, linha 10), vale mencionar um erro com relação à idade admitida para a Formação Barbalha e Membro Crato da Formação Santana, equivocadamente posicionados no Albiano superior.

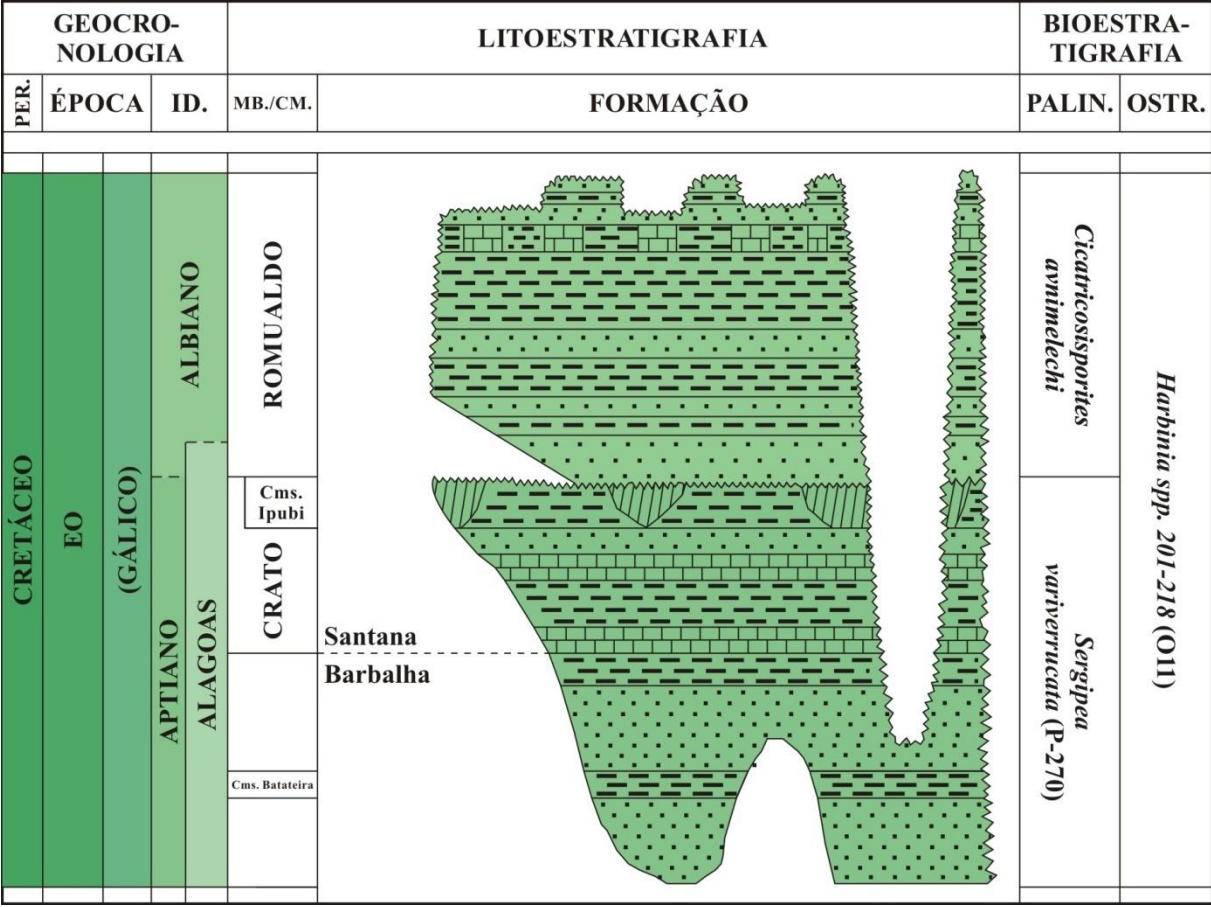


Figura 6. Biozoneamento da Formação Santana (modificado de Assine, 2007 e Coimbra *et al.*, 2002).

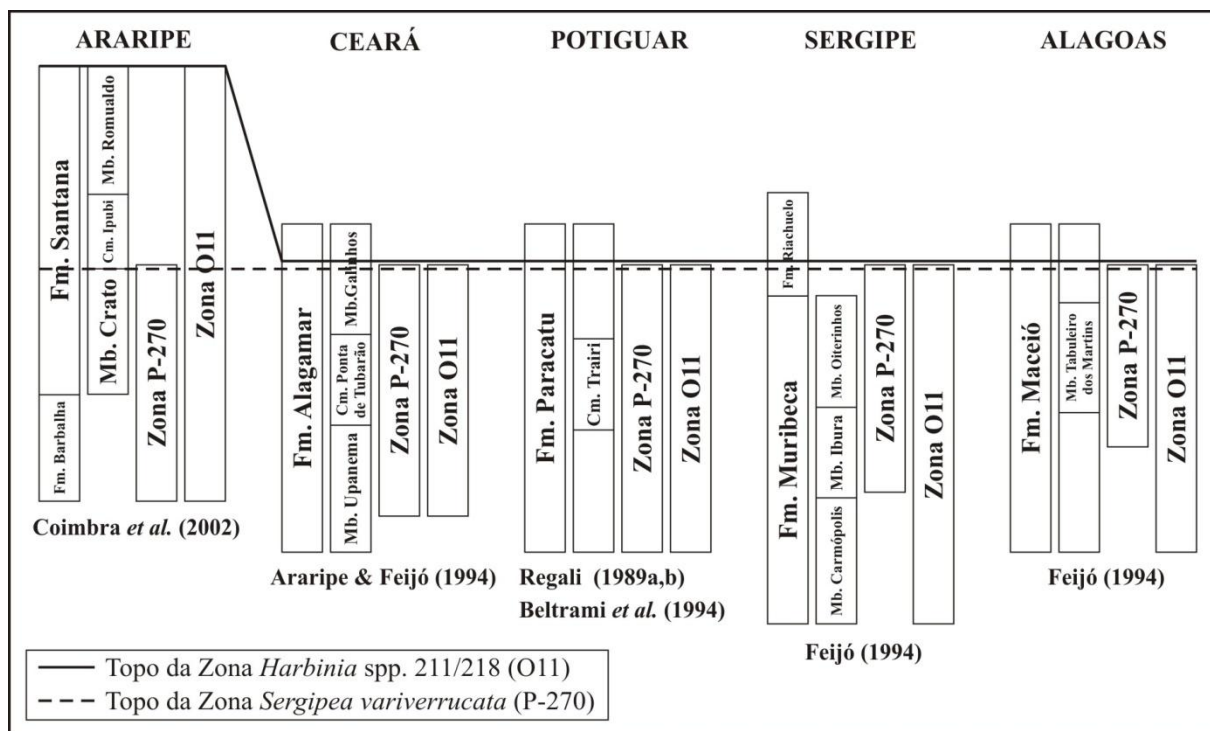


Figura 7. Zonas *Sergipea variverrucata* Regali et al., 1974 emend. Regali, 1987b (P-270) e *Harbinia* spp.201-218 (O11) na bacia do Araripe e outras bacias do nordeste do Brasil (modificado de Do Carmo, 1998; Gobbo, 2006).

Tendo em vista o reconhecimento constante da Zona *Harbinia* spp.201-218, bem como a histórica problemática na datação por palinórfos da transição Andar Alagoas-Albiano, o presente trabalho se propõe a estudar a taxonomia, paleoecologia e distribuição estratigráfica dos ostracodes da Formação Santana. A Zona *Harbinia* spp.201-218, aqui estudada em detalhe com base nos microfósseis recuperados, parece ser o instrumento mais adequado para contribuir com a discussão sobre o topo do Andar Alagoas na bacia do Araripe.

4. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras do presente trabalho (Tabs. I e II) foram coletadas em cilindros de sondagem obtidos na bacia do Araripe entre 07/01/1978 e 31/03/1978. O material faz parte do *Projeto Santana II*, em parceria com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), ligado ao Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (Scheid et al., 1978). As perfurações utilizadas, IPS-11-CE (446610L-9206760N UTM) e IPS-12-CE (459760L-9171760N) provem respectivamente dos municípios do Crato e de Jardim, ambos no Estado do Ceará (Fig. 8). A partir da coluna estratigráfica estabelecida, foram feitas as descrições das seções amostradas em cada uma das perfurações.

Tabela I. Amostras da perfuração IPS-11-CE, Membros Crato e Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Amostra	Litologia
MP-1096, MP-1097 e MP-1099	Siltito esverdeado, algo micáceo, com boa laminação. Milimétricas conchas de bivalves bem conservadas. Manchas de tons escuro e marrom, devido a óxido de ferro, comumente ao longo do acamamento.
MP-1100, MP-1101 e MP-1102	Folhelho esverdeado com intercalações margosas, aspecto terroso.
MP-1103	Folhelho horizontalizado de cor preta, com lâminas betuminosas e níveis estreitos de gipsita. Finas lentes de calcário esbranquiçado. Distúrbio na laminação e presença de pequeninas conchas.
MP-1105	Marga laminada escura a cinza esverdeada, com filmes betuminosos, micácea. Disseminação de pirita em pequenos cristais.
MP-1106	Folhelho síltico micáceo, com níveis calcíferos em 56,37m. Belo agregado drusiforme de pirita, com 2,5 centímetros de diâmetro.
MP-1107	Interface folhelho síltico micáceo-marga laminada cinza-escura.
MP-1109	Marga laminada cinza-escura.
MP-1110 e MP-1113	Marga laminada cinza escura com níveis carbonosos, argilosos e lâminas betuminosas, fossilífera.
MP-1114 e MP-1116	Marga laminada negra, com níveis argilosos escuros e de gipsita subordinadamente.
MP-1118 e MP-1121	Siltito micáceo cinza escuro a preto, laminado, com manchas margosas esbranquiçadas.

Tabela II. Amostras da perfuração IPS-12-CE, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Amostra	Litologia
MP-1044, MP-1045, MP-1046, MP-1047 e MP-1048	Folhelho cinza esverdeado a negro, com muscovita em finas lamelas. Nódulos ou níveis calcíferos e grande quantidade de fósseis (conchas calcíferas esbranquiçadas). O folhelho é laminado, com ângulo de 15° a 20° em relação à horizontal.
MP-1049, MP-1050, MP-1051, MP-1052, MP-1053, MP-1054, MP-1055, MP-1056, MP-1057, MP-1058, MP-1059, MP-1060, MP-1061, MP-1062, MP-1063, MP-1064, MP-1065, MP-1066, MP-1067, MP-1071 e MP-1075	Siltito micáceo de tonalidade cinza escura.
MP-1076, MP-1079, MP-1083, MP-1084, MP-1085, MP-1086, MP-1087, MP-1088, MP-1089, MP-1091, MP-1093, MP-1094 e MP-1095	Siltito argiloso calcífero, com mica em finas lamelas. Impressões fósseis vegetais escuras e pequenas conchas. Laminação com mergulho de 15°.

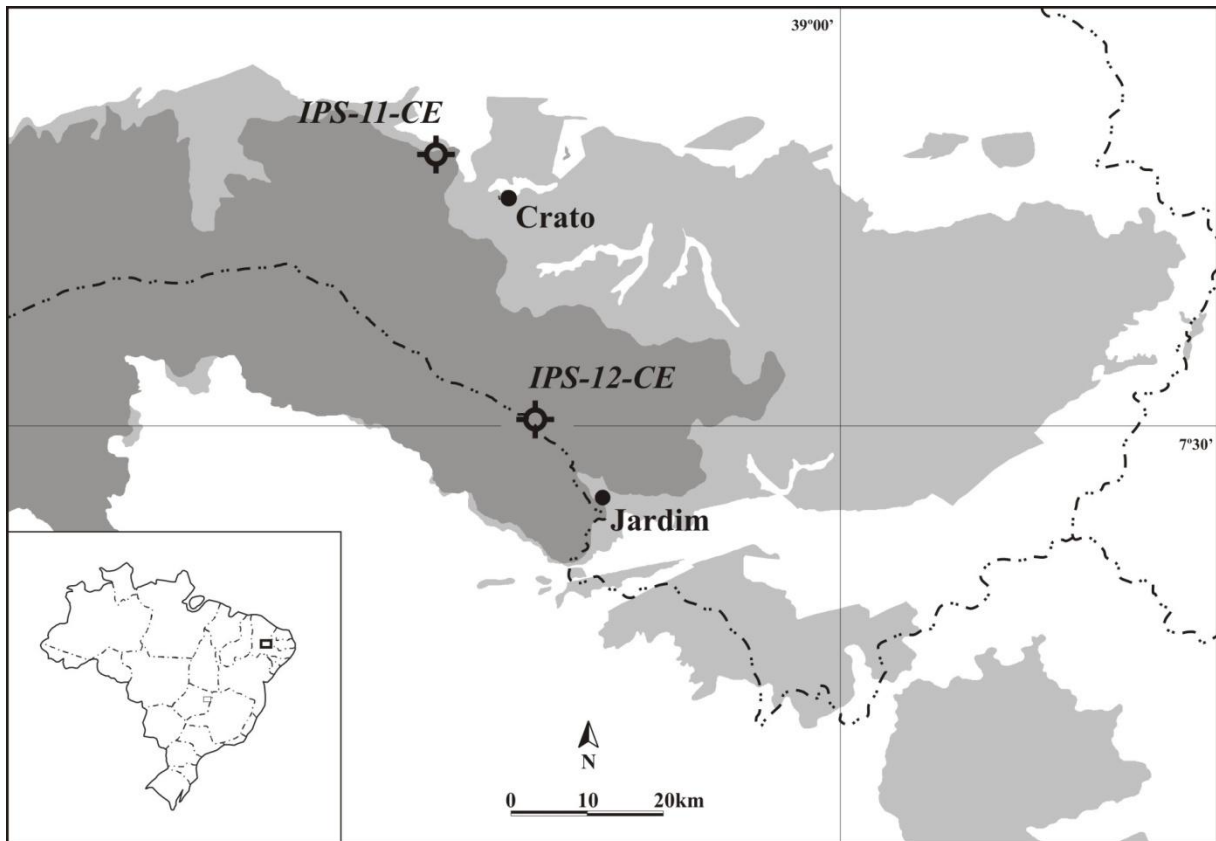


Figura 8. Localização das perfurações IPS-11-CE e IPS-12-CE, bacia do Araripe, Brasil.

As amostras brutas foram tombadas e acondicionadas em sacos plásticos contendo o número de tombo e uma ficha catalográfica. O objetivo do procedimento é facilitar eventuais reparações ou análises posteriores do material restante, quando existente. Os sacos plásticos foram embalados por perfuração, e guardados em caixas no Laboratório de Micropaleontologia da UnB. Do material selecionado, pesou-se um máximo de 40g por amostra, devido ao tamanho reduzido da maioria; amostras menores que 40g foram preparadas integralmente.

A preparação seguiu o procedimento descrito em Sohn (1961) adaptado segundo Do Carmo *et al.* (2004). As amostras foram tratadas com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 30%, visando a desagregação das partículas da rocha. Encerrado o processo, adicionou-se álcool etílico para encerrar a reação entre o H_2O_2 e a rocha. A separação dos grãos por tamanho foi feita, salvo exceções, com peneiras de malha de 630, 250, 160 e 80 μm – para as amostras MP-1044 a MP-1048, substituiu-se a peneira de 160 por uma de 120 μm , e para a amostra MP-1121, trocou-se a de 80 por uma de 74 μm . O material retido em cada peneira foi secado e acondicionado em potes etiquetados. Em seguida, ocorreu a triagem e a identificação dos espécimes de ostracodes encontrados.

O material triado e selecionado para identificação das espécies foi ilustrado e depositado na Coleção Científica do Museu de Geociências, abrigada no Laboratório de Micropaleontologia do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. O material tipo foi incorporado à Coleção de Pesquisa do Museu de Geociências do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, e se encontra tombado e armazenado no Laboratório de Micropaleontologia. A tiragem de fotomicrografias foi realizada no Instituto Nacional de Criminalística da Superintendência Regional do Departamento de Polícia Federal-DF, em Brasília, e no CENPES/PETROBRAS, na cidade do Rio de Janeiro.

5. GEOLOGIA LOCAL

Dois cilindros de sondagem referentes ao *Projeto Santana II* (CPRM), da bacia do Araripe, foram utilizados como material de pesquisa. O material provem das perfurações IPS-11-CE e IPS-12-CE, e corresponde quase exclusivamente a sedimentos da Formação Santana, tanto do Membro Crato quanto do Romualdo (Fig. 9). A seguir, é apresentada uma descrição litológica detalhada dos perfis correspondentes às seções amostradas em cada perfuração.

5.1. Perfuração IPS-11-CE

A perfuração IPS-11-CE abrange intervalos litológicos caracterizados, da base para o topo, por carbonatos, evaporitos e sedimentos siliciclásticos de baixa granulometria (siltitos e pelitos). A seção amostrada corresponde à transição do Membro Crato para o Romualdo. Na base da seção, observa-se um possível contato com a Formação Barbalha. A sequência litoestratigráfica desta perfuração apresenta uma diferença expressiva em relação a afloramentos e outras perfurações estudadas na região do Município do Crato: o intervalo evaporítico naquele, correspondente às camadas Ipubi, é pouco expressivo e fragmentado, ocorrendo em camadas esparsas, de no máximo 4m de espessura. Em contraste, algumas localidades da bacia apresentam níveis evaporíticos de até 30m, estando a principal região produtora de gesso na porção oeste da bacia, no Estado de Pernambuco (Assine, 2007).

A sequência tem início em um arenito micáceo escuro, laminado, com pequenas intercalações de níveis betuminosos. O pacote superior apresenta uma camada de calcário laminado creme a cinza escuro. Em seguida, ocorrem siltitos micáceos cinza escuros a pretos, com manchas margosas esbranquiçadas. O próximo estrato corresponde a uma marga arenosa, com fósseis vegetais centimétricos pretos, carbonosos, tornando-se um arenito síltico micáceo cinza escuro em direção ao topo.

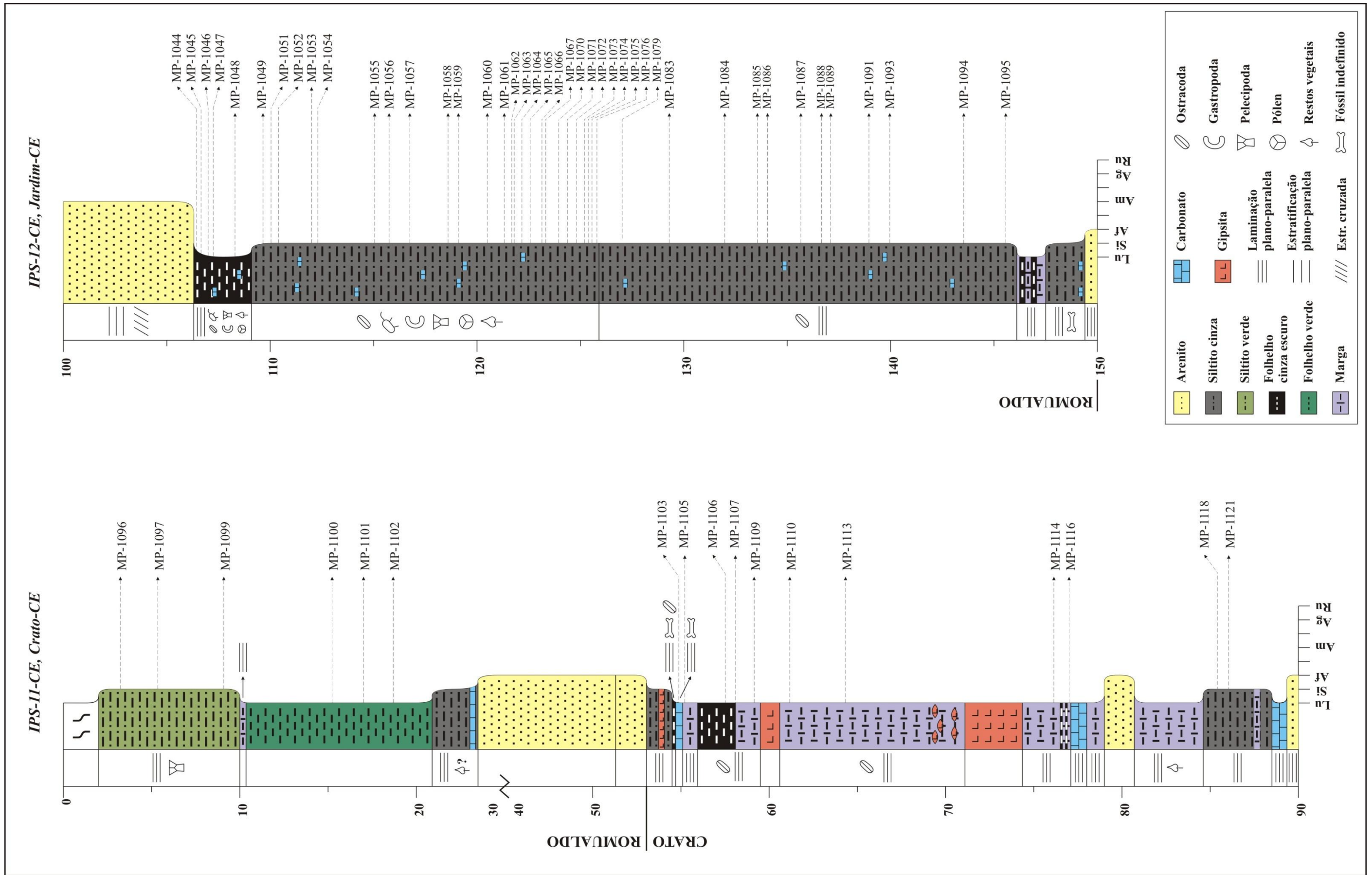


Figura 9. Coluna estratigráfica e amostragem das perfurações IPS-11-CE e IPS-11-CE, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Acima, observa-se calcários dolomíticos com manchas verdes amareladas, alternando para margas laminadas intercaladas com folhelhos negros. Localmente, podem apresentar níveis conglomeráticos, argilosos e gipsíticos. Um nível de gesso esbranquiçado, compacto, é visível logo acima, ao qual se seguem margas laminadas cinza escuras, fossilíferas, com níveis carbonosos, argilosos e lâminas betuminosas; lentes estreitas de gipsita ocorrem na base dessa camada. Um segundo nível de gesso, de menor espessura que o primeiro, ocorre logo acima na sequência.

O estrato sotoposto corresponde a margas laminadas cinza escuras, com nível piritoso milimétrico e lentes betuminosas, seguido por um folhelho síltico micáceo cinza escuro, com níveis calcíferos e piritosos. A próxima camada compreende margas escuras a cinza esverdeadas laminadas, com filmes betuminosos estreitos. Calcários laminados com alternância de leitos claros e escuros, fossilíferos, recobrem a camada anterior. Sobre as mesmas, ocorrem folhelhos horizontalizados fossilíferos de cor preta, com lâminas betuminosas, níveis estreitos de gipsita e finas lentes de calcário.

O nível seguinte é composto por siltitos argilosos pretos laminados, com um nível estreito de finas lentes de gesso branco, pequenos cristais de pirita e camadas betuminosas estreitas, também de cor preta. A camada marca o fim do intervalo evaporítico na perfuração, na transição entre os membros Crato e Romualdo. Um intervalo arenoso de grande espessura e variabilidade se encontra depositado na base do Membro Romualdo, ao qual se segue uma camada de siltito micáceo laminado, creme a cinza escuro, com possíveis microcristais de pirita na base e níveis argilosos entremeados.

Um nível de siltito esverdeado a cinza-escuro, com laminação discreta e intercalações margosas e carbonáticas ocorre em sequência, seguido de uma camada decimétrica de marga micácea laminada verde. Logo acima se observa uma camada de siltito com laminação milimétrica, pequenas lentes margosas e oxidação ferrosa localizada. Os sedimentos apresentam conchas em bom estado de preservação. A coluna estratigráfica da seção amostrada em IPS-11-CE se encerra com uma camada de solo creme, composto de areia e argila, recobrindo os demais sedimentos.

5.2.Perfuração IPS-12-CE

A seção amostrada em IPS-12-CE tem início na cota de 150m. A perfuração apresenta, da base para o topo, intervalos siliciclásticos, carbonáticos, siliciclásticos com influencia de carbonatos e siliciclásticos novamente, encerrando a seção. Na base, são observados arenitos

argilosos finos a médios, cinza amarelados, com esporádicos níveis carbonáticos e lamelas micáceas. Logo acima, aparece uma camada de siltito argiloso laminado, carbonáticos na base, passando à coloração creme, com manchas de oxidação e níveis arenosos finos; em direção ao topo, torna-se acinzentado, com níveis locais de pirita disseminada.

Na sequência, ocorre um nível conglomerático seguido de ritmito de margas laminadas brancas e folhelho negro, com possível ocorrência de fósseis de peixe. O pacote seguinte, bastante expressivo, compreende siltitos micáceos cinza escuros com diversas lentes e níveis calcícticos esbranquiçados, alguns deles em associação com pirita. O registro fossilífero é variado, com presença de vestígios de ostracodes, gastrópodes, pelecípodes, grãos de pólen e fragmentos vegetais.

Sobrepostos, ocorrem folhelhos cinzas esverdeados a pretos, com nódulos e níveis calcíferos. Esta camada é bastante fossilífera, contendo os mesmos taxa observados no folhelho sotoposto. As camadas que encerram a seção amostrada não foram testemunhadas, sendo descritas via referência bibliográfica como arenitos amarelados a avermelhados, de granulação variando entre fina e grosseira, por vezes conglomerática. Apresentam manchas argilosas e níveis caulínicos, além de estratificação plano-paralela a cruzada.

6. TAXONOMIA

A taxonomia supragenérica é aquela adotada por Martin (1958), Bate (1972) e Liebau (2005). A terminologia morfológica foi extraída de Kesling (1951) e Do Carmo *et al.* (2008) (Fig. 10). Para se referir à abundância dos espécimes, utiliza-se as seguintes referências: raro, de 1 a 5 espécimes; freqüente, de 6-10 espécimes; e abundante, mais de 10 espécimes. Treze espécies de ostracodes dos membros Crato e Romualdo da Formação Santana foram identificadas no presente trabalho: *Harbinia alta* Do Carmo *et al.*, 2010, *Harbinia crepata* Do Carmo *et al.*, 2010, *Harbinia micropapillosa* (Bate, 1972) *emend.* Do Carmo *et al.*, 2008, *Harbinia salitrensis* (Krömmelbein & Weber, 1971) *emend.* Antonietto *et al.*, 2010, *Harbinia symmetrica* (Krömmelbein & Weber, 1971) *emend.*, *Cetacella edrianae* sp. nov., *Talicypridea?* sp.1, *Talicypridea?* sp.2, *Paracyprida* sp.1, *Ilyocypris* sp.1, *Darwinula?* sp.1, Gen et sp. indet. 1 e Gen. et sp. indet. 2.

Classe OSTRACODA Latreille, 1802

Subclasse PODOCOPA Müller, 1894

Ordem PODOCOPIDA Sars, 1866

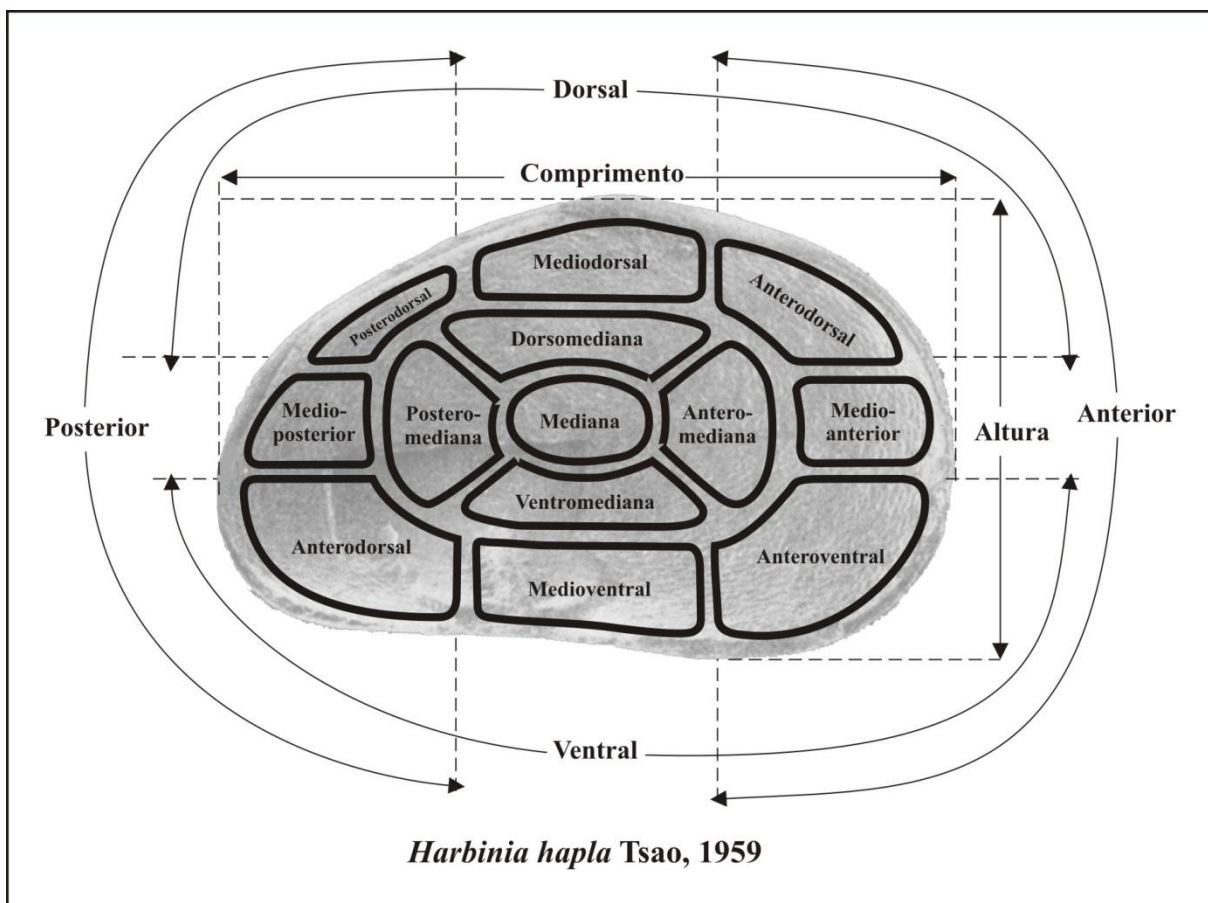


Figura 10. Dimensões e regiões da carapaça em Ostracoda (adaptado de Kesling, 1951).

Subordem CYPRIDOCOPINA Jones, 1901

Superfamília CYPRIDOIDEA Baird, 1845

Família CYPRIDIDAE Kaufmann, 1900

Subfamília CYPRIDINAE Baird, 1845

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

1965 *Hourcqia* Krömmelbein, p.68-69 (*non Hourcqia africana africana* Krömmelbein, 1965; *Hourcqia africana confluens* Krömmelbein & Weber, 1971).

1972 *Pattersoncypris* Bate, p. 380-381.

Espécie-tipo. *Harbinia hapla* Tsao, 1959.

Diagnose. Carapaça subtriangular a oval em vista lateral. Margem dorsal angulada; margem anterodorsal mais longa que a posterodorsal; ângulo cardinal anterior distinto; extremidade anterior arredondada; extremidade posterior em declive, obliquamente arredondada; margem ventral quase reta ou levemente côncava na região mediana. Valva esquerda recobrando a direita, exceto pela região da charneira. Superfície lateral coberta por estriações e reticulações. Zona de porocanais estreita; porocanais radiais curtos, retilíneos e raros; duplicatura

moderadamente larga. Charneira adonte, composta de uma canelura alongada, com as extremidades mais largas, na valva direita e um sulco correspondente na esquerda. Em vista dorsal, fusiforme, com ambos os lados uniformes e fortemente convexos; extremidades anterior e posterior muito arredondadas e quase iguais. Impressões musculares dorsal e do adutor típicas da Família Cyprididae (Hou, 1984).

Distribuição estratiográfica. Cretáceo (Hou, 1984).

Discussão. A diagnose segue Hou (1984). Existe grande debate em torno do status dos gêneros *Hourcquia* e *Pattersoncypris* em relação a *Harbinia*. Recentemente, espécie-tipo de *Hourcquia*, *Hourcquia africana*, foi redescrita e atribuída ao Gênero *Cypridea* Bosquet, 1852, por apresentar um diminuto bico na região anteroventral (Do Carmo *et al.*, 2008). Concomitantemente, varias características compartilhadas entre espécies originalmente descritas para *Hourcquia*, *H. angulata angulata*, *H. a. salitrensis*, *H. a. sinuata* e *H. a. symmetrica*, não são observáveis nos espécimes da espécie-tipo, como o formato geral subtriangular, presença da corcova na margem dorsal e recobrimento expressivo nas regiões anterodorsal e posterodorsal. Em Coimbra *et al.* (2002), *H. a. angulata* e *H. a. symmetrica* foram transferidas para o gênero *Pattersoncypris* Bate, 1972. Do Carmo *et al.* (*op.cit.*), após estudo detalhado de material-tipo, reclassificaram estas espécies como pertencentes a *Harbinia*. Desde então, *Hourcquia* é considerado sinônimo júnior de *Cypridea*, e *Pattersoncypris*, de *Harbinia*. Como Tsao (*op.cit.*) apresenta fotografias de baixa resolução, e em Hou (*op.cit.*) há certamente a classificação de espécies diferentes sob o mesmo nome, no presente trabalho adota-se como referência apenas o holótipo figurado em Hou (*op.cit.*). Atualmente, técnicas de holotomografia tem sido utilizadas para auxiliar a resolução de problemas dessa natureza, melhorando a caracterização de espécies do gênero (Matzke-Karazs *et al.*, 2009). *Hourcquia dakotaensis* Tibert & Colin 2009, recentemente descrita em Tibert *et al.* (2009) a partir de material recuperado do Cenomaniano superior, Formação Dakota, bacia Great Western, Estados Unidos, apresenta as características diagnósticas de *Harbinia*, e por isso consta no presente trabalho como espécie pertencente a esse gênero.

Harbinia alta Do Carmo *et al.*, 2010

Fig. 11, 1-9

1990 *Hourcquia angulata angulata* Krömmelbein & Weber, 1971: Silva-Telles Jr. & Viana, est. 3, fig. 3.

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

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 (Do Carmo *et al.*, 2010).

Localidade-tipo. perfuração RN-1, profundidade de 1376,30m, Estado do Rio Grande do Norte, NE-Brasil (Do Carmo *et al.*, 2010).

Horizonte-tipo. Formação Alagamar, bacia Potiguar, Aptiano (Do Carmo *et al.*, 2010).

Homótipos. CP-408, CP-409, CP-410, CP-411 e CP-412, CP-413 e CP-414 (carapaças) (Tab. III).

Tabela III. Material ilustrado de *Harbinia alta* Do Carmo *et al.*, 2010, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-408	MP-1109	Homótipo	0,94	0,70	0,48
CP-409	MP-1109	Homótipo	0,83	0,62	0,42
CP-410	MP-1109	Homótipo	0,71	0,54	0,35
CP-411	MP-1109	Homótipo	0,57	0,42	0,29
CP-412	MP-1109	Homótipo	0,41	0,32	0,19
CP-413	MP-1109	Homótipo	0,36	0,27	0,19
CP-414	MP-1109	Homótipo	0,29	0,22	0,15

Localidade. Perfuração IPS-11-CE, Município do Crato, Estado do Ceará, NE-Brasil.

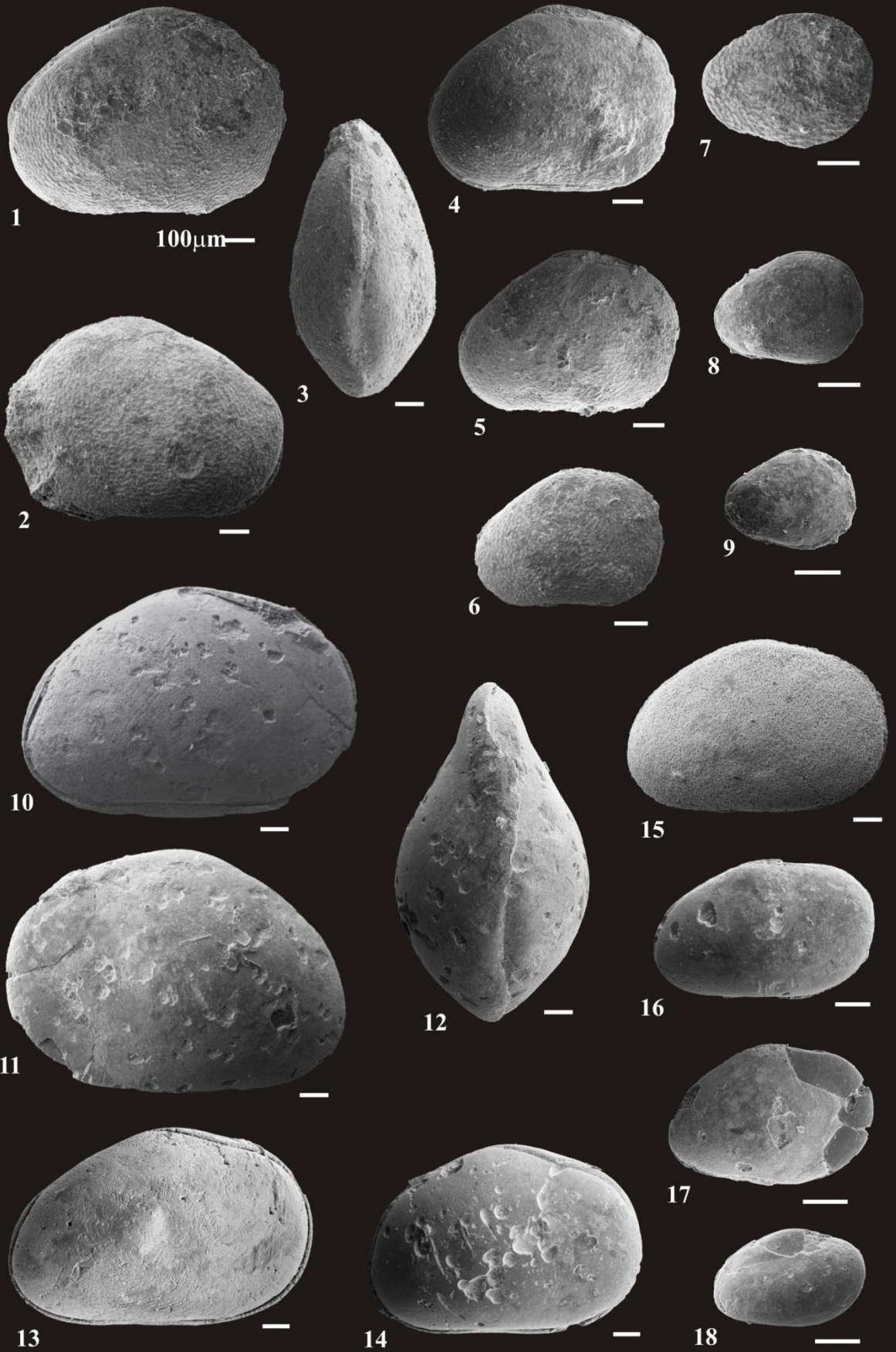
Horizonte. MP-1109, em marga laminada cinza escura a 59,15m de profundidade, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Abundante, em MP-1109, perfuração IPS-11-CE.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, em quatro bacias: Espírito Santo, Potiguar, Grajaú e Araripe. Na bacia do Espírito Santo, Aptiano-?Albiano. Na bacia Potiguar, Formação Alagamar, Aptiano (Do Carmo *et al.*, 2010). Na bacia do Grajaú, Formação Codó, Aptiano superior (Ramos *et al.*, 2006). Na bacia do Araripe, membros Crato e Romualdo, Formação Santana (Silva-Telles Jr. & Viana, 1990), Aptiano-Albiano (Regali, 1990; Coimbra *et al.*, 2002); no presente trabalho, restrita ao Aptiano superior.

Discussão. A diagnose segue Do Carmo *et al.* (2010). *H. angulata* (Krömmelbein & Weber, 1971) (Fig. 4, E-H) em Ramos *et al.* (2006) consta como provável sinônimo de *H. alta*, devido ao formato menos alongado em relação a *H. angulata* e ornamentação semelhante à de *H. alta*. Este material, no entanto, se encontra em processo de revisão, e deve ser melhor documentado e fotografado mais adiante. No presente trabalho, é ilustrada a série ontogenética da espécie como em Antonietto *et al.* (2010) (Fig. 12).

FIGURA 11



Harbinia crepata Do Carmo *et al.* 2010

Fig. 13, 9

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

Diagnose. Carapaça subtriangular alongada, com corcova baixa na região anteromediana. Superfície lisa. Ângulo cardinal posterior visível embora pouco marcado (Do Carmo *et al.*, 2010).

Localidade tipo. Perfuração CE-1, profundidade de 2079,50m, Estado do Ceará, NE-Brasil (Do Carmo *et al.*, 2010).

Horizonte-tipo. Formação Alagamar, bacia Potiguar, Aptiano.

Material ilustrado. CP-390 (valva) (Tab. IV).

Tabela IV. Material ilustrado de *Harbinia crepata* Do Carmo *et al.*, 2010, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-390	MP-1047	Homótipo	0,80	0,54	-

Localidade. Perfuração IPS-12-CE, Município de Jardim, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1047, em folhelho cinza-esverdeado a negro a 107,25 de profundidade, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Comum, em MP-1047, MP-1048 e MP-1049, perfuração IPS-12-CE.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, em duas bacias: Potiguar e Araripe. Na bacia Potiguar, Formação Alagamar, Aptiano (Do Carmo *et al.*, 2010). Na bacia do Araripe, Membro Crato, Formação Santana (Silva-Telles Jr. & Viana, 1990), Aptiano (Regali, 1990; Coimbra *et al.*, 2002); no presente trabalho, é ampliada até o Membro Romualdo e restrita ao Aptiano superior.

Discussão. A diagnose segue Do Carmo *et al.* (2010).

Figura 11. 1-9. *Harbinia alta* Do Carmo *et al.*, 2010. 1-3. Adulto (CP-408), vistas laterais esquerda (VLE) e direita (VLD) e dorsal (VDo). 4. Estágio juvenil A-1 (CP-409), VLD. 5. Estágio juvenil A-2 (CP-410), VLD. 6. Estágio juvenil A-3 (CP-411), VLD. 7. Estágio juvenil A-4 (CP-412), VLD. 8. Estágio juvenil A-5 (CP-413), VLD. 9. Estágio juvenil A-6 (CP-414), VLD. 10-18. *Harbinia salitrensis* (Krömmelbein & Weber, 1971) *emend.* Antonietto *et al.*, 2010. 10-12. Adulto (CP-400), VLD, VLE e VDo. 13. Estágio juvenil A-1 (CP-401), VLD. 14. Estágio juvenil A-2 (CP-421), VLD. 15. Estágio juvenil A-3 (CP-402), VLD. 16. Estágio juvenil A-4 (CP-403), VLD. 17. Estágio juvenil A-5 (CP-419), VLD. 18. Estágio juvenil A-6 (CP-420), VLD.

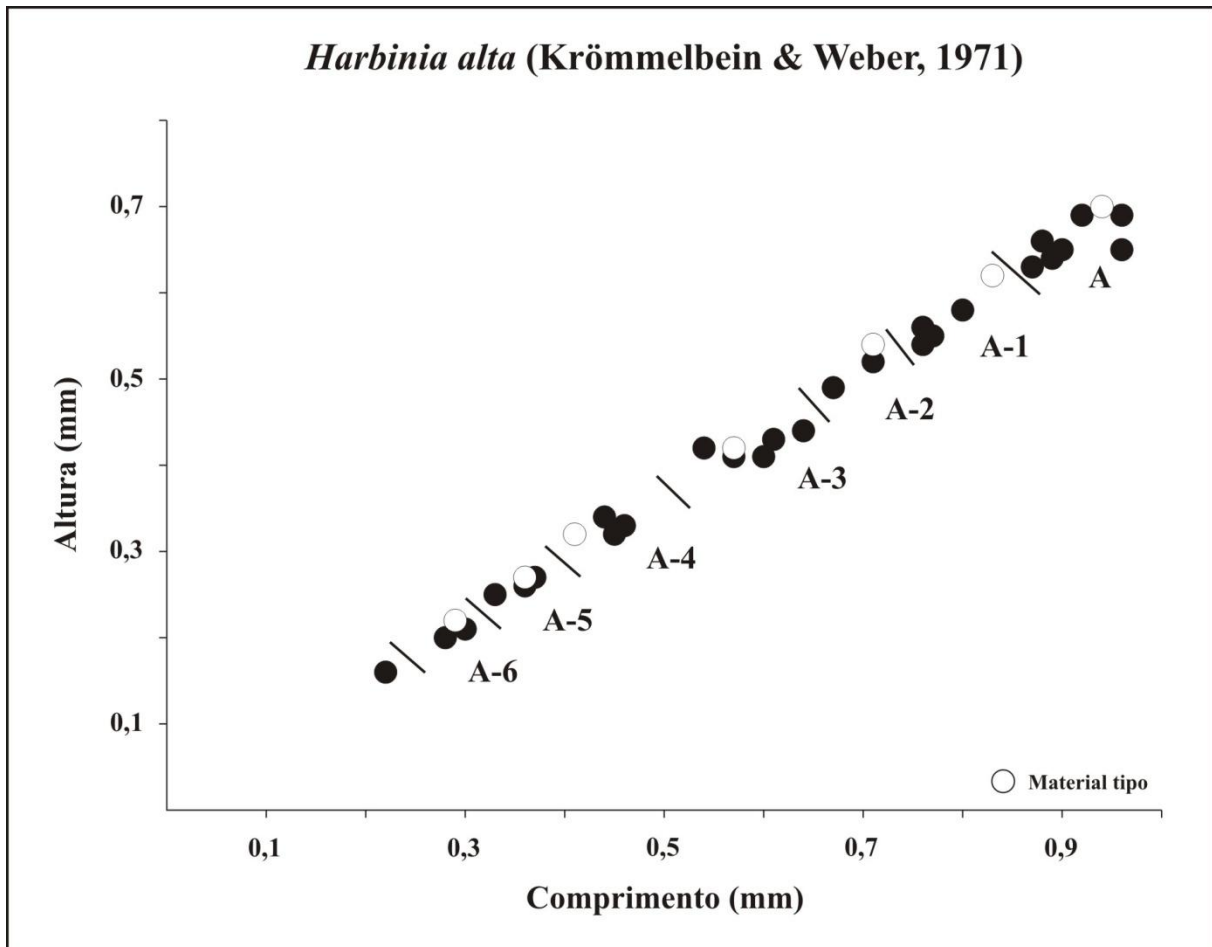


Figura 12. Estágios ontogenéticos de *Harbinia alta* Do Carmo *et al.*, 2010, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil. Obs.: Alguns dos exemplares medidos se encontram em Antonietto *et al.* (2010).

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

Fig. 13, 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, Brito & Silva-Telles, 216, figs. 2, a, b, c.
- 1990 *Hourcquia angulata angulata* (Krömmelbein & Weber): Depèche, Bérthou & Campos, :303-304, pl. 1, figs. 1-2; pl. 3, fig. 17..
- 1990 *Pattersoncypris micropapillosa* Bate: Depèche, Bérthou & Campos, 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, Rossetti & Paz, 344, fig. 4:A-D.
- 2008 *Harbinia micropapillosa* (Bate): Do Carmo, Whatley, Queiroz Neto & Coimbra, .795, fig. 6:6.

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

Localidade-tipo. Chapada do Araripe, Estado do Ceará, NE-Brasil (Smith, 2000).

Horizonte-tipo. Formação Santana, bacia do Araripe, Aptiano-Albiano (Smith, 2000).

Material ilustrado. CP-389 (valva) (Tab. V).

Tabela V. Material ilustrado de *Harbinia micropapillosa* (Bate, 1972) *emend.* Do Carmo *et al.*, 2008, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-389	MP-1047	Homótipo	0,75	0,51	-

Localidade. Perfuração IPS-12-CE, Município de Jardim, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1047, em folhelho cinza-esverdeado a negro a 107,25 de profundidade, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Rara, em MP-1047 e MP-1049, perfuração IPS-12-CE.

Distribuição geográfica e estratigráfica. África, Libéria, Aptiano-Albiano (Bate, 1972). Brasil, em duas bacias: Sergipe-Alagoas e Araripe. Na bacia de Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo, Aptiano (Moura, 1987, 1988; Smith, 2000; Campos Neto *et al.*, 2007). Na bacia do Araripe, Formação Santana, Aptiano-?Albiano médio (Bate, *op. cit.*; Regali, 1990). No presente trabalho, ainda nesta bacia, ocorrência restrita ao Membro Romualdo, Formação Santana, Aptiano superior.

Discussão. A diagnose da espécie segue Do Carmo *et al.* (2008). Os exemplares em Ramos *et al.* (2006) não apresentam as principais características distintivas atribuídas a *Harbinia micropapillosa*, como o formato geral e intensidade dos recobrimentos antero-dorsal e postero-dorsal da valva esquerda sobre a direita. A posterior reclassificação deste material é recomendável, a fim de se determinar a espécie à qual pertence.

Harbinia salitrensis (Krömmelbein & Weber, 1971) *emend.* Antonietto *et al.*, 2010

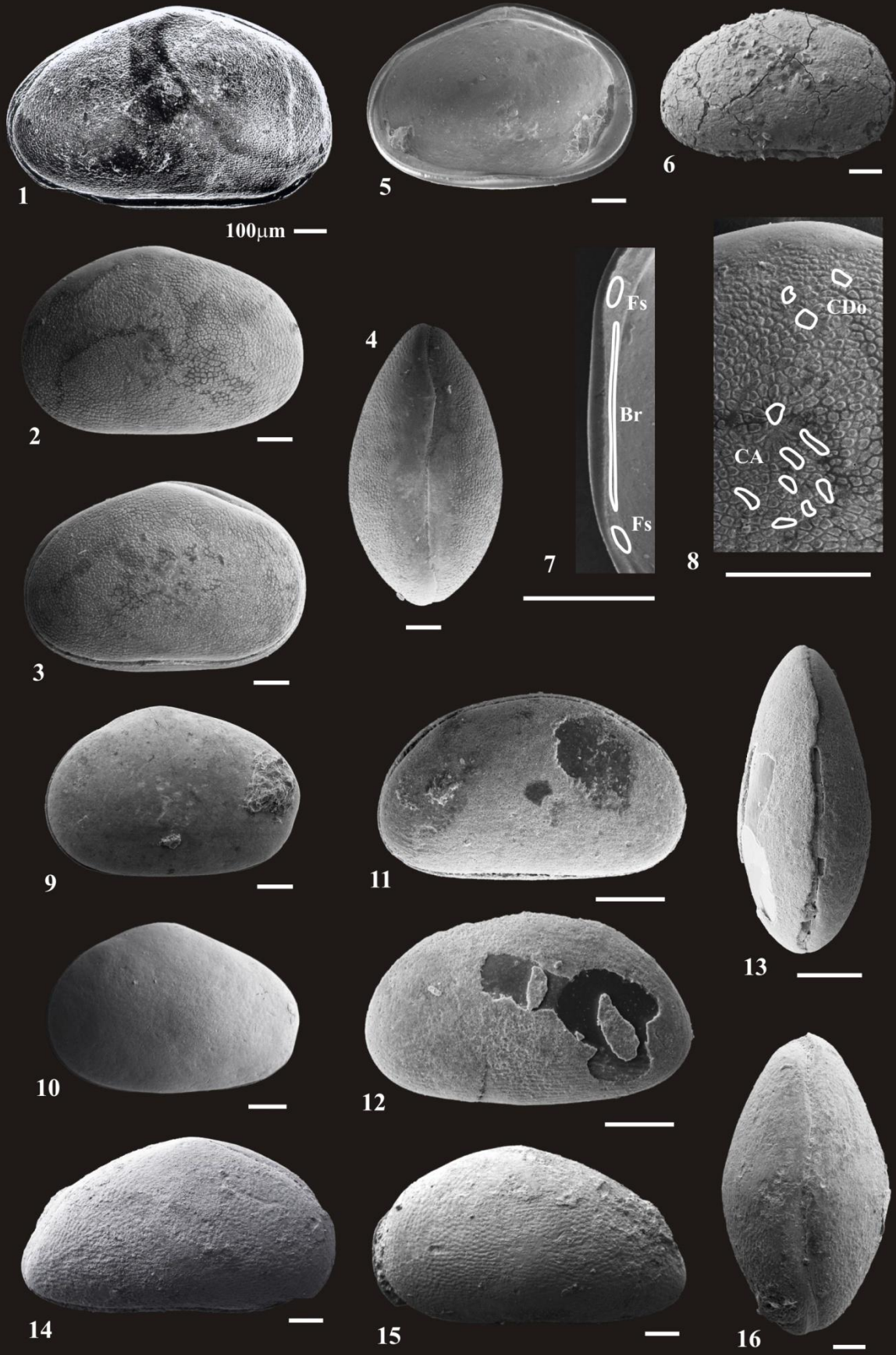
Fig. 11, 10-18

1971 *Hourcquia angulata salitrensis* Krömmelbein & Weber: 81, est.6, figs. 26a-c.

1990 *Pattersonocypris* cf. *Pattersonocypris 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.

FIGURA 13



- 1990 *Cultella* sp.: Depèche, Bérthou & Campos, 305-306, pl. 2, fig. 3.
- 1990 *Hourcya angulata salitrensis* Krömmelbein & Weber: 307-308, pl. 3, fig.14.
- 2006 *Harbinia salitrensis* (Krömmelbein & Weber): Ramos, Rossetti & Paz, fig. 4:Q-T.
- 2008 *Harbinia salitrensis* (Krömmelbein & Weber): Do Carmo, Whatley, Queiroz Neto & Coimbra, 2008, 795, fig. 6:8.

Diagnose. 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.*, 2010).

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. Formação Santana, bacia do Araripe, Aptiano (Krömmelbein & Weber, 1971).

Material ilustrado. CP-400, CP-401, CP-402, CP-403, CP-419, CP-420 e CP-421 (carapaças) (Tab. VI).

Tabela VI. Material ilustrado de *Harbinia salitrensis* (Krömmelbein & Weber, 1971) *emend.* Antonietto *et al.*, 2010, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-400	MP-1076	Homótipo	1,19	0,82	0,68
CP-401	MP-1089	Homótipo	1,13	0,74	0,60
CP-421	MP-1076	Homótipo	1,02	0,71	0,60
CP-402	MP-1089	Homótipo	0,91	0,61	0,42
CP-403	MP-1076	Homótipo	0,66	0,42	0,34
CP-419	MP-1076	Homótipo	0,46	0,32	0,24
CP-420	MP-1076	Homótipo	0,37	0,27	0,21

Figura 13. 1-8. *Harbinia symmetrica* (Krömmelbein & Weber, 1971) *emend.* 1. Adulto (MP-O-1614), vista lateral direita (VLD). 2-4. Estágio juvenil A-1 (CP-383), vista lateral esquerda (VLE), VLD e vista dorsal (VDo). 5. Estágio juvenil A-1 (CP-384), vista interna esquerda (VIE). 6. Estágio juvenil A-2 (CP-385), VLD. 7. Estágio juvenil A-1 (CP-384), detalhe dos elementos da charneira: fossetas (Fs) e barra (Br). 8. Estágio juvenil A-1 (CP-383), detalhe das cicatrizes dos músculos adutor (CA) e dorsal (CDo). 9. *Harbinia crepata* Do Carmo *et al.*, 2010. Estágio juvenil A-1 (CP-390), VLE. 10. *Harbinia micropapillosa* (Bate, 1972) *emend.* Do Carmo *et al.*, 2008. Estágio juvenil A-2 (CP-389), VLE. 11-13. *Cetacella edrianae* sp. nov. 11 Adulto (CP-405), VLD. 12-13. Adulto (CP-404), VLE e VDo. 14-16. *Talicypridea?* sp.1 (CP-407), VLD, VLE e VDo.

Descrição. Carapaça subtriangular a subovalada em vista lateral, com maior altura na região mediana e maior comprimento na ventromediana. Valva esquerda maior que a direita, com recobrimento expressivo ao longo de toda margem livre, porém mais visível nas regiões antero e posterodorsal e ventral. Margem dorsal côncava, com corcova pronunciada na região mediana. Linha de charneira subretilínea. Ângulo cardinal posterior arredondado, visível apenas na valva direita. Margem ventral levemente convexa. Margem anterior arredondada. Margem posterior estreitamente arredondada. Superfície externa lisa. Em vista dorsal, fusiforme, com maior largura na região posteromediana.

Localidade. Perfuração IPS-12-CE, Município de Jardim, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizontes. MP-1076, em siltito micáceo de tonalidade cinza-escura a 125,79m de profundidade, e MP-1089, em siltito argiloso calcífero, com mica em finas lamelas; Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Abundante, em MP-1046, MP-1061, MP-1062, MP-1066, MP-1067, MP-1070, MP-1071, MP-1072, MP-1073, MP-1074, MP-1075, MP-1076, MP-1079, MP-1083, MP-1084, MP-1085, MP-1086, MP-1088, MP-1089, MP-1093 e MP-1094, perfuração IPS-12-CE.

Distribuição geográfica e estratigráfica. África, bacias do Congo, Gabão e Angola, Aptiano (Bate, 1999). Brasil, em duas bacias: Araripe e Grajaú. Na bacia do Grajaú, Formação Codó, Aptiano (Ramos *et al.*, 2006). Na bacia do Araripe, Formação Santana, Aptiano (Krömmelbein & Weber, 1971); no presente trabalho, restrita à porção basal do Membro Romualdo, Formação Santana, Aptiano superior.

Discussão. A diagnose segue Antonietto *et al.* (2010). *Hourcqia angulata salitrensis* em Depèche *et al.* (1990), embora similar, é apenas tentativamente posicionado na lista de sinônimos deste trabalho, devido à fotografiação insuficiente. No presente trabalho, a série ontogenética da espécie encontra-se ilustrada (Fig. 14); entretanto, não foram recuperados espécimes do estágio A-7, possivelmente devido à fragilidade do mesmo.

Harbinia symmetrica (Krömmelbein & Weber, 1971) *emend.*

Fig. 13, 1-8

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.

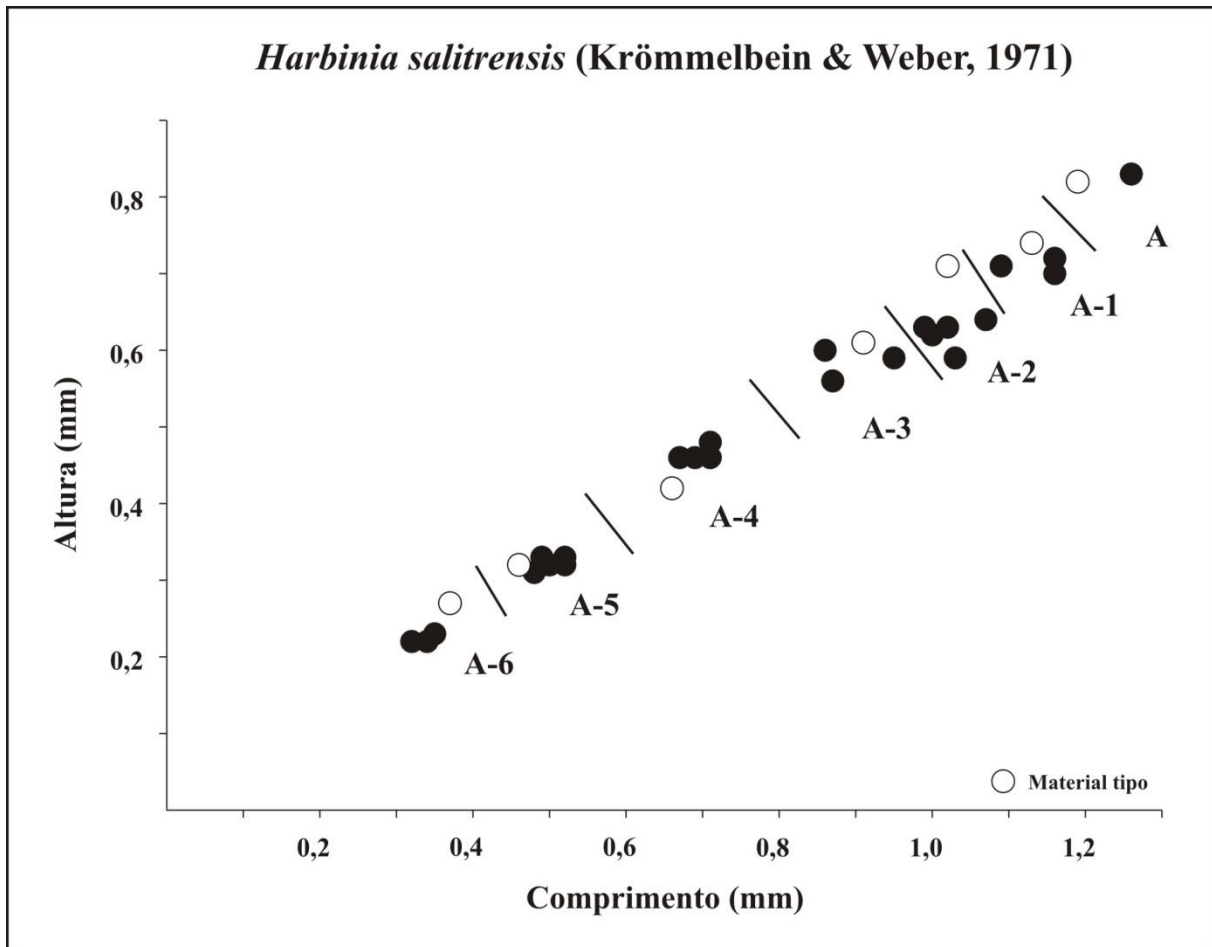


Figura 14. Estágios ontogenéticos de *Harbinia salitrensis* (Krömmelbein & Weber, 1971) *emend.* Antonietto *et al.*, 2010, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

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

2002 *Pattersoncypris angulata symmetrica* (Krömmelbein & Weber): Coimbra, Arai & Carreño, 691, fig.4, 30.

Diagnose. Carapaça subtriangular em vista lateral, Maior altura entre anteromediana e mediana e maior comprimento centroventral. Extremidades anterior e posterior amplamente arredondadas. Superfície externa ornamentada com papilas contendo o centro deprimido, lembrando uma reticulação, porém lisa próximo à margem dorsal da carapaça.

Localidade-tipo. perfuração VGST-1-MA, amostra de calha a 384 m de profundidade, Estado do Maranhão, NE-Brasil (Krömmelbein & Weber, 1971).

Horizonte-tipo. Formação Codó, bacia do Maranhão, Aptiano (Krömmelbein & Weber, 1971; Ramos *et al.*, 2006).

Material ilustrado. MP-O-1614 (topótipo), CP-383 e CP-385 (carapaças); CP-384 (valva) (Tab. VII).

Tabela VII. Material ilustrado de *Harbinia symmetrica* (Krömmelbein & Weber), 1971, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
MP-O-1614	-	Topótipo	1,02	0,64	
CP-383	MP-1047	Homótipo	0,89	0,60	0,49
CP-384	MP-1047	Homótipo	0,88	0,61	-
CP-385	MP-1049	Homótipo	0,80	0,53	0,40

Descrição. Carapaça subtriangular em vista lateral, com maior altura na região anteromediana e maior comprimento ao longo da região ventromediana. Valva esquerda maior que a direita, com recobrimento discreto ao longo da margem livre, porém mais visível nas regiões antero e posterodorsal e ventral. Margem dorsal levemente côncava, com corcova pouco pronunciada na região mediana. Linha de charneira retilínea. Ângulo cardinal posterior arredondado nas valvas esquerda e direita, mas quase imperceptível na primeira. Margem ventral subretilínea. Extremidades anterior e posterior amplamente arredondadas. Superfície externa ornamentada na região central com papilas contendo o centro deprimido, lembrando uma reticulação, e lisa próximo às margens da carapaça. Em vista dorsal, elíptica, com maior largura na região posteromediana. Charneira merodonte, constituída por duas fossetas e uma barra na valva esquerda. Selvage se estendendo da porção posterior da charneira até a região anteromediana da margem ventral. Cicatriz adutora característica da Família Cyprididae, com fórmula 1-2-2-2 (da região dorsal para a ventral, quatro fileiras de cicatrizes, contendo uma, duas, duas e duas cicatrizes). Cicatriz dorsal composta por três marcas, dispostas em triângulo invertido.

Localidade. Perfuração IPS-12-CE, Município de Jardim, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1047 e MP-1048, em folhelho cinza-esverdeado a negro a 107,25 e 108,30m de profundidade, respectivamente; e MP-1049, em siltito micáceo de tonalidade cinza escura, a 109,65m de profundidade; Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Comum, em MP-1047, MP-1048 e MP-1049, perfuração IPS-12-CE.

Distribuição geográfica e estratigráfica. África, bacias do Congo, Gabão e Angola, Aptiano (Bate, 1999). Brasil, em duas bacias: Araripe e Maranhão. Na bacia do Maranhão, Formação Codó, Aptiano superior (Krömmelbein & Weber, 1971; Ramos *et al.*, 2006). Na bacia do Araripe, Membro Romualdo, Formação Santana, Aptiano superior.

Discussão. No presente trabalho, considerando a excelente preservação de espécimes, bem como a recuperação dos estágios ontogenéticos A-1 e A-2, apresenta-se a redescritção da espécie e uma nova diagnose para a mesma. Considera-se a morfologia de A-1 muito próxima

à de um adulto; todavia, para auxiliar na redescritção, utilizou-se um espécime adulto proveniente da seção-tipo de *Harbinia symmetrica*, pertencente à Coleção Científica do Museu de Geociências, abrigada no Laboratório de Micropaleontologia do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília.

Subfamília CYCLOCYPRIDINAE Kaufmann, 1900

Gênero *Cetacella* Martin, 1958

Espécie-tipo. *Cetacella inermis* Martin, 1958.

Diagnose. Subovalada em vista lateral, com maior altura na região mediana. Valva esquerda maior que a direita; caracterizada por ornamentação composta por costelas e sulcos que se estendem ao longo de toda a valva. Charneira formada por barra e canelura. Cicatriz do adutor apresenta seis marcas; mandibular, duas; obliquamente anteroventrais em relação às do adutor; e antenal, duas, anterodorsais às mandibulares. Dimorfismo sexual moderadamente acentuado, relacionado a altura e comprimento das carapaças (Martin, 1958, Moore, 1961).

Distribuição estratigráfica. Jurássico superior, Oxfordiano, ao Cretáceo inferior, Barremiano (El Albani *et al.*, 2004); possivelmente até o Cenomaniano médio (Viviers *et al.*, 2000).

Discussão. *Cetacella* se assemelha ao gênero *Petrobrasia* Krömmelbein, 1965 com relação à ornamentação estriada, mas difere pelo formato geral da carapaça: o primeiro tende a ser elíptico, enquanto o segundo é subtriangular. Em relação a *Damonella* Anderson, 1966, apresenta o mesmo formato geral, mas com discrepâncias na ornamentação e recobrimento na margem ventral, bastante pronunciado em *Damonella* e uma das principais características diagnósticas do gênero. Em relação a *Zonocypris* Müller, 1898, apresenta grande semelhanças de ornamentação tamanho e formato geral, embora seja evidente a diferença em vista dorsal na comparação com a espécie-tipo, *Z. madagascariensis* Müller 1898 (Müller, 1898, Lyubimova *et al.*, 1960). O gênero inicialmente foi registrado no Kimmeridgiano da Alemanha (Martin, 1958; Moore, 1961); trabalhos posteriores apontam ocorrências no Cretáceo, desde o Barremiano (El Albani *et al.*, 2004) até possivelmente o Aptiano-Cenomaniano médio (Viviers *et al.*, 2000).

Cetacella edrianae sp. nov.

Fig. 13, 10-12

Origem do nome. Homenagem a Edriana Araújo de Lima, pelos anos de intensa amizade, companheirismo e inspiração.

Diagnose. Carapaça subovalada em vista lateral. Valva esquerda maior que a direita, com

recobrimento discreto ao longo da margem livre, porém mais visível ao longo da região dorsal e na porção mediana da margem ventral. Superfície externa coberta por estrias bastante suaves, mais evidentes próximo às margens da carapaça.

Localidade-tipo. Perfuração IPS-11-CE, a 54,88m de profundidade, Município do Crato, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte-tipo. Camadas Ipubi, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, Aptiano superior.

Material ilustrado. CP-404 e CP-405 (carapaças) (Tab. VIII).

Tabela VIII. Material ilustrado de *Cetacella edrianae* sp. nov, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-404	MP-1103	Holótipo	0,48	0,29	0,21
CP-405	MP-1103	Parátipo	0,45	0,27	

Descrição. Carapaça subovalada em vista lateral, com maior altura próximo à região anteromediana e maior comprimento ao longo da região ventromediana. Valva esquerda maior que a direita, com recobrimento discreto ao longo da margem livre, porém mais visível ao longo da região dorsal e na porção mediana da margem ventral. Margem dorsal levemente côncava. Linha de charneira subretilínea. Ângulo cardinal posterior bastante arredondado nas valvas esquerda e direita. Margem ventral subconvexa na valva esquerda e subretilínea na direita. Extremidades anterior e posterior amplamente arredondadas, a segunda levemente oblíqua. Superfície externa coberta por estrias bastante suaves, mais evidentes próximo às margens da carapaça. Em vista dorsal, elíptica, com maior largura na região posteromediana.

Localidade. Perfuração IPS-11-CE, Município do Crato, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1103, em folhelho horizontalizado de cor preta, com lâminas betuminosas e níveis estreitos de gipsita e finas lentes de calcário esbranquiçado.

Ocorrência. Comum, em MP-1103, perfuração IPS-11-CE.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Crato, Aptiano superior.

Discussão. A espécie pertence ao gênero pelos motivos já supracitados. *Cetacella edrianae* é a primeira espécie de *Cetacella* formalmente designada no Cretáceo na América do Sul, embora o gênero tenha sido anteriormente registrado, ainda que com ressalvas por Viviers (2000).

Subfamília TALICYPRIDEINAE Hou, 1982

Gênero *Talicypridea* Khand, 1977

Espécie-tipo. *Cypridea biformata* Szczechura & Blaszyk, 1970, segundo Khand (1977).

Diagnose. Carapaça ovalada arredondada, de tamanho médio. Maior convexidade no terço posterior e maior altura no terço frontal. Margem dorsal retilínea ou levemente encurvada, decaindo suavemente em direção ao terço posterior. Valva esquerda recobre a direita ao longo da margem livre, exceto no terço posterior da margem dorsal e região da projeção rostral. No terço posterior da margem dorsal, linha de comissura ausente. Região ventral da extremidade anterior da valva direita desenvolve uma projeção rostral. Zona de porocanais estreita, com poucos porocanais do tipo reto. Lamela interna sem estrutura, bem desenvolvida na extremidade posterior. Charneira do tipo lofodonte, com dois dentes e uma canelura na valva direita e elementos inversos na esquerda (adaptado de Khand, 1977).

Distribuição estratigráfica. Cretáceo superior (Khand, 1977; Horne & Colin, 2005). Aqui são registrados os possíveis primeiros espécimes do Cretáceo inferior (Aptiano superior).

Discussão. Os exemplares do presente trabalho são tentativamente classificados no gênero *Talicypridea* devido a presença da protuberância rostral característica do gênero. Entretanto, há necessidade de se estudar com mais profundidade outros gêneros da família, como *Altanicypris* Szczechura, 1978, *Bogdocypris* Khand, 1994 e *Nemegtia* Szczechura, 1978 (Szczechura, 1978; Khand, 1994).

Talicypridea? sp.1

Fig. 13, 13-15

Material ilustrado. CP-407 (carapaça) (Tab. IX).

Tabela IX. Material ilustrado de *Talicypridea?* sp.1, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-407	MP-1109	Hipótipo	0,92	0,52	0,53

Descrição. Carapaça subtriangular em vista lateral, com maior altura próximo à região anteromediana e maior comprimento ao longo da região ventromediana. Valva esquerda maior que a direita, com recobrimento ao longo de quase toda a margem livre, mais visivelmente ao longo das regiões anterodorsal e dorsoposterior. Valva direita com lamela proeminente na extremidade anterior. Margem dorsal côncava, levemente pontiaguda na

região anteromediana. Linha de charneira subretilínea. Ângulo cardinal posterior bastante arredondado nas valvas esquerda e direita, porém mais marcado na última. Margem ventral levemente côncava. Extremidade anterior arredondada, com presença de um rostro pouco desenvolvido. Extremidade posterior levemente afilada. Superfície externa coberta por retículos, que em conjunto se assemelham a estriações. Em vista dorsal, fusiforme, com maior largura na região mediana.

Localidade. Perfuração IPS-11-CE, Município do Crato, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1109, em marga laminada cinza escura a 59,15m de profundidade, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Rara, em MP-1109, perfuração IPS-11-CE.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Crato, Aptiano superior.

Discussão. Algumas características separam *Talicypridea?* sp.1 de outras espécies do gênero. O espécime identificado possui formato subtriangular, diferentemente das espécies anteriormente descritas para o gênero, que são ovaladas. A estrutura rostral se encontra com o formato original alterado, devido à preservação deficiente, e o número de espécimes recuperados é reduzido, apenas um, o que inviabiliza uma taxonomia mais definitiva.

Talicypridea? sp.2

Fig. 15, 1-2

Material ilustrado. CP-393 (carapaça) (Tab. X).

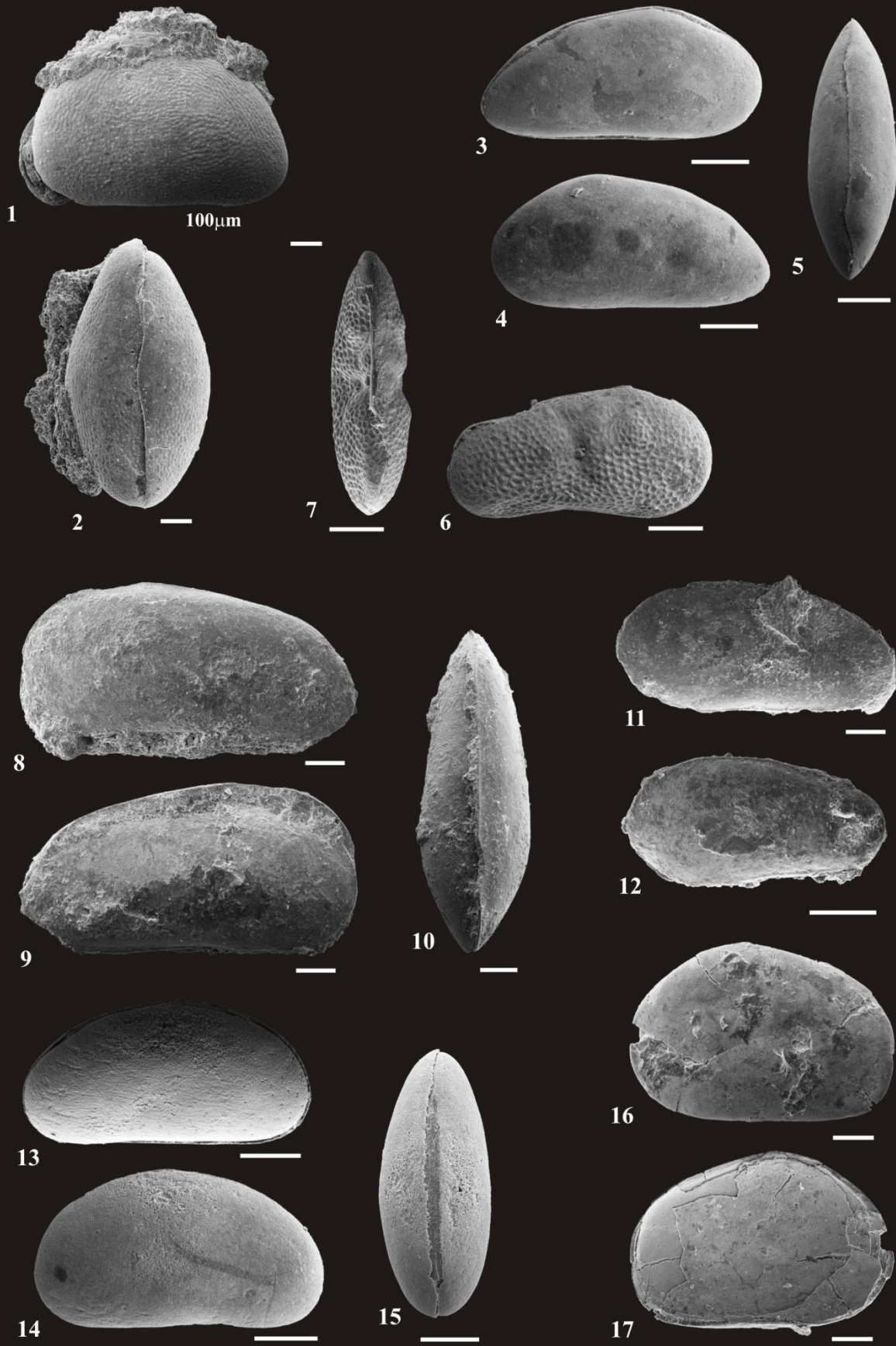
Tabela X. Material ilustrado de *Talicypridea?* sp.2, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-393	MP-1076	Hipótipo	0,86	-	0,60

Descrição. Carapaça subovalada em vista lateral, com maior comprimento ao longo da região ventromediana. Valva direita com lamela proeminente na extremidade anterior. Margem ventral subretilínea. Extremidade anterior arredondada, com presença de um rostro bastante desenvolvido. Extremidade posterior arredondada, porém mais obliquamente que a anterior. Superfície externa coberta por pequenas papilas, lembrando estriações. Em vista dorsal, elíptica, com maior largura na região mediana.

Localidade. Perfuração IPS-12-CE, Município de Jardim, Estado do Ceará, NE-Brasil.

FIGURA 15



Horizonte. MP-1076, em siltito micáceo de tonalidade cinza-escuro a 125,79m de profundidade, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Rara, em MP-1076, perfuração IPS-12-CE.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Romualdo, Aptiano superior.

Discussão. Devido ao número reduzido de exemplares recuperados, optou-se pela não classificação formal da espécie. A altura da carapaça, bem como características da margem dorsal, não foram aferidas, devido à cobertura parcial daquela por sedimento.

Subfamília THALASSOCYPRIDINAE Hartmann & Puri, 1973

Tribo THALASSOCYPRIDINI Hartmann & Puri, 1974

Gênero *Paracypria* Sars, 1910

Espécie-tipo. *Paracypris tenuis* Sars, 1905 (Sars, 1910).

Diagnose. Carapaça alongada, cuneiforme, afunilando em direção à extremidade posterior acutiforme. Valva esquerda maior que a direita, podendo ou não haver recobrimento expressivo na extremidade posterior. Lamela interna muito ampla, com poros canais bifurcados. Formato geral lembra *Macrocypris*, mas menor, com o dorso menos convexo e cicatriz muscular mais simples (Sars, 1910; Moore, 1961).

Distribuição estratigráfica. Jurássico?-Cretáceo ao Recente (Grekoff, 1957, 1960; Moore, 1961; Do Carmo, 1998).

Discussão. A diagnose segue Do Carmo (1998).

Paracypria sp.1

Fig. 15, 3-5

Material ilustrado. CP-392 (carapaça) (Tab. XI).

Tabela XI. Material ilustrado de *Paracypria* sp.1, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-392	MP-1047	Hipótipo	0,49	0,25	0,17

Figura 15. 1-2. *Talicypridea?* sp.2 (CP-393), vistas laterais esquerda (VLE) e ventral. 3-5. *Paracypria* sp.1 (CP-392), vista lateral direita (VLD), VLE e vista dorsal (VDo). 6-7. *Iliocypris* sp.1 (CP-391), VLD e VDo. 8-12. *Darwinula?* sp.1. 8-10. Adulto (CP-415), VLD, VLE e VDo. 11. Juvenil A-2 (CP-416), VLD. 12. Juvenil A-3 (CP-417), VLD. 13-15. Gen et sp. indet. 1.(CP-406), VLD, VLE e VDo. 16-17. Gen et sp. indet. 2 (CP-418), VLE e vista interna esquerda (VIE).

Descrição. Carapaça subtriangular em vista lateral, com maior altura próximo à região anteromediana e maior comprimento ao longo da região ventromediana. Valva esquerda maior que a direita, com recobrimento ao longo das margens dorsal e ventral, porém mais visível nas extremidades da linha de charneira. Margem dorsal subcôncava. Linha de charneira retilínea, decaindo suavemente na região posterodorsal. Margem ventral subretilínea, muito levemente côncava próximo à região ventromediana. Extremidade anterior arredondada. Extremidade posterior afilada. Superfície externa lisa. Em vista dorsal, elíptica, alongada, com maior largura na região posteromediana.

Localidade. Perfuração IPS-12-CE, Município de Jardim, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1047, em folhelho cinza-esverdeado a negro a 107,25 de profundidade, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Rara, em MP-1047.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Romualdo, Aptiano superior.

Discussão. O espécime difere de *Paracypris elongata* Do Carmo *et al.*, 2010 por ser mais estreito em vista dorsal do que esta última, bem como pelo tamanho reduzido. É provável que se trate de uma nova espécie, não formalizada aqui devido ao pequeno número de espécimes recuperados (apenas um).

Família ILYOCYPRIDIDAE Kaufmann, 1900

Gênero *Ilyocypris* Brady & Norman, 1889

Espécie-tipo. *Cypris gibba* Ramdohr, 1808, segundo Morkhoven (1963).

Diagnose. Carapaça subquadrática, oblonga, com uma ou mais depressões medianas. Valva esquerda maior que a direita. Margem dorsal retilínea. Margem ventral retilínea a levemente côncava. Extremidades anterior e posterior arredondadas, a primeira mais larga. Superfície lateral puntada, tuberculada ou coberta por espinhos (modificado de Brady & Norman, 1889 segundo Moore, 1961).

Distribuição estratigráfica. Triássico ao Recente (Moore, 1961).

Discussão. A diagnose segue Brady & Norman (1889), Moore (1961) e Morkhoven (1963).

Ilyocypris sp.1

Fig. 15, 6-7

Material ilustrado. CP-391 (carapaça) (Tab. XII).

Tabela XII. Material ilustrado de *Ilyocypris* sp.1, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-

Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-391	MP-1047	Hipótipo	0,49	0,25	0,16

Descrição. Carapaça subquadrática em vista lateral, com maior altura próximo à região anteromediana e maior comprimento entre as regiões mediana e ventromediana. Valva esquerda maior que a direita, com recobrimento suave ao longo da margem livre, exceto na extremidade posterior. Margem dorsal retilínea. Linha de charneira retilínea. Ângulo cardinal bem marcado, pouco aberto. Margem ventral subcôncava. Extremidades anterior e posterior arredondadas, a última mais obliquamente. Superfície externa reticulada. Tubérculo T₁ mais evidente que T₂ e T₃. Sulco S₂ mais evidente que S₁. Em vista dorsal, elíptica, com maior largura na região mediana.

Localidade. Perfuração IPS-12-CE, Município de Jardim, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1047, em folhelho cinza-esverdeado a negro a 107,25 de profundidade, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Ocorrência. MP-1047.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Romualdo, Aptiano superior.

Discussão. O espécime é muito similar a *Ilyocypris riograndensis* Musacchio & Simeoni, 1991 (Musacchio & Simeoni, 1991) em formato externo e ornamentação, mas não apresenta o tubérculo posterodorsal bastante desenvolvido, característico da espécie. Ademais, *I. riograndensis* é característica do Maastrichtiano, e não do Aptiano. É possível que se trate de uma nova espécie, não formalizada aqui devido ao pequeno número de espécimes recuperados, apenas um.

Subordem DARWINULOCOPINA Sohn, 1988

Superfamília DARWINULOIDEA Brady & Norman, 1889

Família DARWINULIDAE Brady & Norman, 1889

Gênero *Darwinula* Brady & Robertson, 1885

Espécie-tipo. *Polycheles stevensoni* Brady & Robertson, 1870 (Jones, 1885).

Diagnose. Darwinulídeo alongado e grande (0,7mm). Valva esquerda sem dente interno e valva direita sem quilha ventral. Charneira adonte. Valva direita maior que a esquerda. Margem dorsal com caimento suave, não arredondado ou retilíneo em parte do seu comprimento. Impressões musculares em região anteromediana. Câmara de incubação na

porção posterior (Rossetti & Martens, 1998).

Distribuição estratigráfica. Carbonífero ao Recente (Moore, 1961).

Discussão. A diagnose segue Rossetti & Martens (1998).

Darwinula? sp.1

Fig. 15, 8-12

Material ilustrado. CP-415, CP-416 e CP-417 (carapaças) (Tab. XIII).

Tabela XIII. Material ilustrado de *Darwinula?* sp.1, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-415	MP-1109	Hipótipo	0,86	0,45	0,31
CP-416	MP-1109	Hipótipo	0,71	0,36	-
CP-417	MP-1109	Hipótipo	0,40	0,20	-

Descrição. Carapaça elíptica em vista lateral, com maior altura próximo à região posteromediana e maior comprimento na região mediana. Margem dorsal e linha de charneira subconvexa, decaindo suavemente em direção à extremidade posterior. Margem ventral retilínea a levemente côncava. Extremidade anterior obliquamente arredondada. Extremidade posterior arredondada. Superfície externa lisa. Em vista dorsal, elíptica. Maior largura na região posteromediana.

Localidade. Perfuração IPS-11-CE, Município do Crato, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1109, em marga laminada cinza escura a 59,15m de profundidade, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. MP-1109.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Crato, Aptiano superior.

Discussão. O espécime é tentativamente atribuído ao gênero *Darwinula*; embora bastante semelhante externamente, não foi possível observar detalhes da morfologia interna. Por questões de preservação deficiente e baixa recuperação de espécimes, todavia, mantem-se aqui o posicionamento dentro do gênero, embora com dúvidas.

Gen. et sp. indet. 1

Fig. 15, 13-15

Material ilustrado. CP-406 (carapaça) (Tab. XIV).

Tabela XIV. Material ilustrado de Gen et sp. indet. 1, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-406	MP-1103	Hipótipo	0,48	0,24	0,19

Descrição. Carapaça elíptica em vista lateral, com maior altura próximo à região anteromediana e maior comprimento entre as regiões mediana e ventromediana. Valva esquerda maior que a direita, com recobrimento suave ao longo de todas as margens, exceto na posteroventral. Margem dorsal e linha de charneira subconvexa. Ângulo cardinal marcado, pouco aberto, apenas na valva direita. Margem ventral com leve concavidade na região posteromediana. Extremidades anterior e posterior arredondadas. Superfície externa lisa, com esparsos porocanais concentrados próximo à margem livre. Em vista dorsal, valva direita elíptica e esquerda levemente fusiforme. Maior largura na região posteromediana.

Localidade. Perfuração IPS-11-CE, Município do Crato, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1103, em folhelho horizontalizado de cor preta, com lâminas betuminosas e níveis estreitos de gipsita e finas lentes de calcário esbranquiçado, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Comum, em MP-1103.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Crato, Aptiano superior.

Discussão. Gen. et sp. indet. 1 se assemelha vagamente a Ostracode 345, variedade *a*, descrito em Grékoff (1957). Entretanto, o formato geral arredondado, o tamanho reduzido e a ausência de vista interna observável inviabilizam uma taxonomia mais aprofundada dos espécimes.

Gen. et sp. indet. 2

Fig. 15, 16-17

Material ilustrado. CP-418 (valva) (Tab. XV).

Tabela XV. Material ilustrado de Gen et sp. indet. 2, Membro Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

Espécime	Amostra	Status	Comprimento (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)
CP-418	MP-1110	Hipótipo			-

Descrição. Carapaça subtriangular em vista lateral, com maior altura próximo à região anteromediana e maior comprimento ao longo da região mediana. Margem dorsal convexa. Linha de charneira retilínea. Margem ventral subretilínea. Extremidades anterior e posterior amplamente arredondadas. Superfície externa lisa.

Localidade. Perfuração IPS-11-CE, Município do Crato, Estado do Ceará, NE-Brasil.

Horizonte. MP-1110, em marga laminada cinza escura com níveis carbonosos, argilosos e lâminas betuminosas, Membro Crato, Formação Santana, bacia do Araripe.

Ocorrência. Comum, em MP-1110.

Distribuição geográfica e estratigráfica. Brasil, bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Crato.

Discussão. Não foi possível estabelecer uma taxonomia aprofundada para a espécie, devido ao formato bastante comum da carapaça e a ausência de quaisquer ornamentações, assim como pelo número reduzido de espécimes recuperados. Adicionalmente, o espécime se encontra extremamente desgastado e amassado; embora não apresente sedimentos aderidos à parte interna, não foi possível observar elementos internos, como cicatriz do músculo adutor ou charneira.

7. DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA

A seção estudada na perfuração IPS-11-CE engloba o topo do Membro Crato, incluindo as camadas Ipubi, e base do Membro Romualdo. Compõe-se primariamente de folhelhos negros margosos a pirobetuminosos, siltitos cinza-escuros, intercalados com evaporitos gipsíticos esparsos. No topo, observa-se uma sucessão de arenitos, siltitos e folhelhos. Em IPS-12-CE, os sedimentos correspondem exclusivamente ao Membro Romualdo, representado por fácies similares às observadas na perfuração IPS-11-CE.

A maioria das amostras da perfuração IPS-11-CE se apresentou estéril ou com população de ostracodes em estado de preservação deficiente, o que impossibilita a taxonomia. Particularmente ricos são os níveis MP-1103, MP-1109 e MP-1110, na porção correspondente ao Membro Crato. Em MP-1110, os espécimes se encontram com formato bastante alterado, de modo que somente um pode ser recuperado e identificado como Gen et. sp. indet. 2. MP-1109 exhibe predominância de *Harbinia alta*, com mais de mil exemplares identificados; associadamente ocorrem, de forma rara, *Darwinula?* sp.1, quatro exemplares, e *Talicypridea?* sp.1, um exemplar. Na amostra MP-1103, ocorre em abundância a espécie *Cetacella edrianae*, e raramente Gen et sp. indet. 1 (Fig. 16).

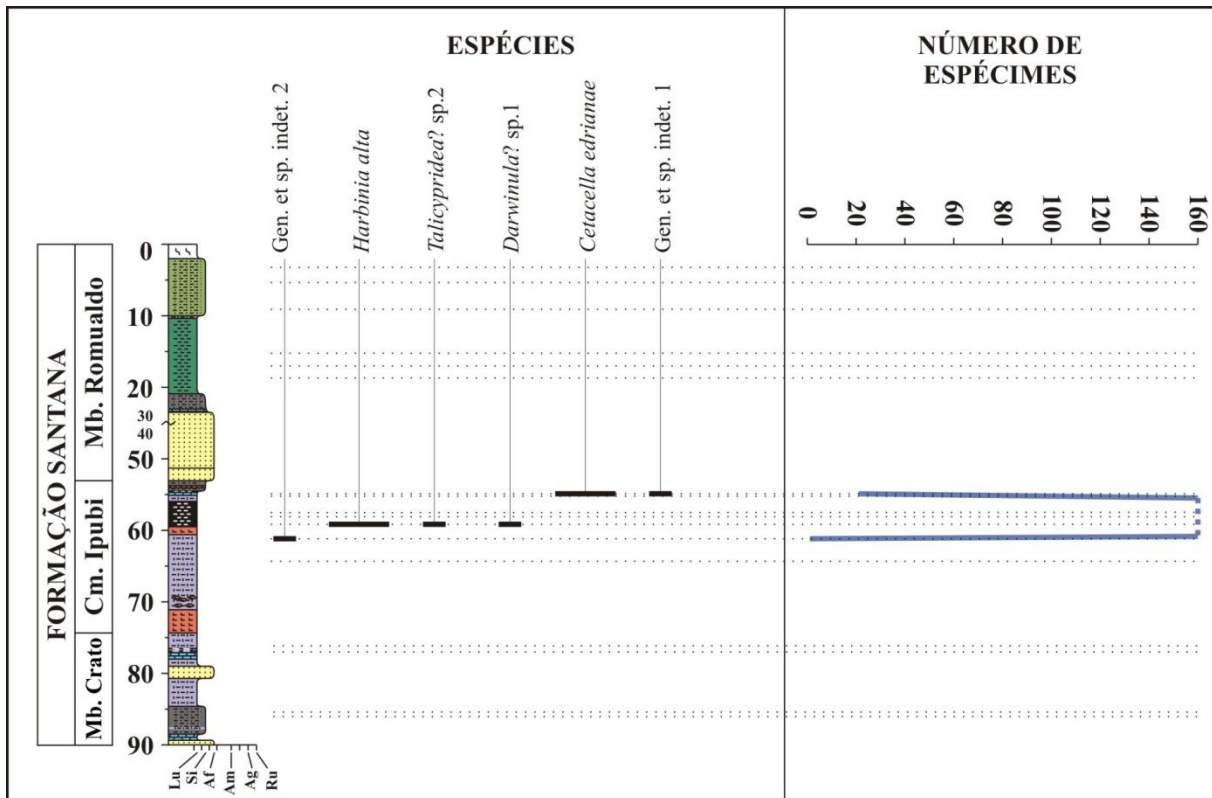


Figura 16. Distribuição estratigráfica e abundância das espécies de ostracodes na perfuração IPS-11-CE, Membros Crato, em especial as camadas Ipubi, e Romualdo, bacia do Araripe, Brasil.

Na seção amostrada em IPS-12-CE, ocorrem diversas espécies do gênero *Harbinia*. Entre MP-1095 e MP-1061, *Harbinia salitrensis* domina amplamente as associações e conjuntos, ocorrendo esporadicamente *Talicypridea?* sp. 2 (MP-1076, um exemplar). O intervalo de amostragem entre MP-1060 e MP-1050 é estéril, apenas com fragmentos vegetais aparentemente carbonificados. A partir de MP-1049, uma associação mais variada aparece, com um máximo de cinco espécies em MP-1047, das quais *H. symmetrica* é a mais abundante no intervalo. Entre MP-1046 e MP-1044, somente espécimes mal preservados são observados esporadicamente (Fig. 17).

Das treze espécies de ostracodes identificadas, cinco ocorrem em outras bacias: *Harbinia alta*, *H. crepata*, *H. micropapillosa*, *H. salitrensis* e *H. symmetrica*. Segundo Ramos *et al.* (2006), *H. salitrensis* é registrada no Aptiano da bacia do Grajaú; na África, ocorre no Aptiano das bacias de Angola, Congo e Gabão (Bate, 1999). *H. symmetrica* é observada nas bacias do Maranhão (Krömmelbein & Weber, 1971, conforme Ramos *et al.*, *op. cit.*), além das bacias de Angola, Congo e Gabão (Bate, *op. cit.*). *H. alta* ocorre no Aptiano das bacias do Grajaú (Ramos *et al.*, *op. cit.*), Espírito Santo e Potiguar (Do Carmo *et al.*, 2010). *H. micropapillosa* é registrada no Aptiano da bacia de Sergipe-Alagoas e camadas continentais da Libéria (Bate, 1972, Smith, 2000, Do Carmo *et al.*, 2008). *H. crepata* ocorre no Aptiano da bacia Potiguar (Do Carmo *et al.*, *op. cit.*).

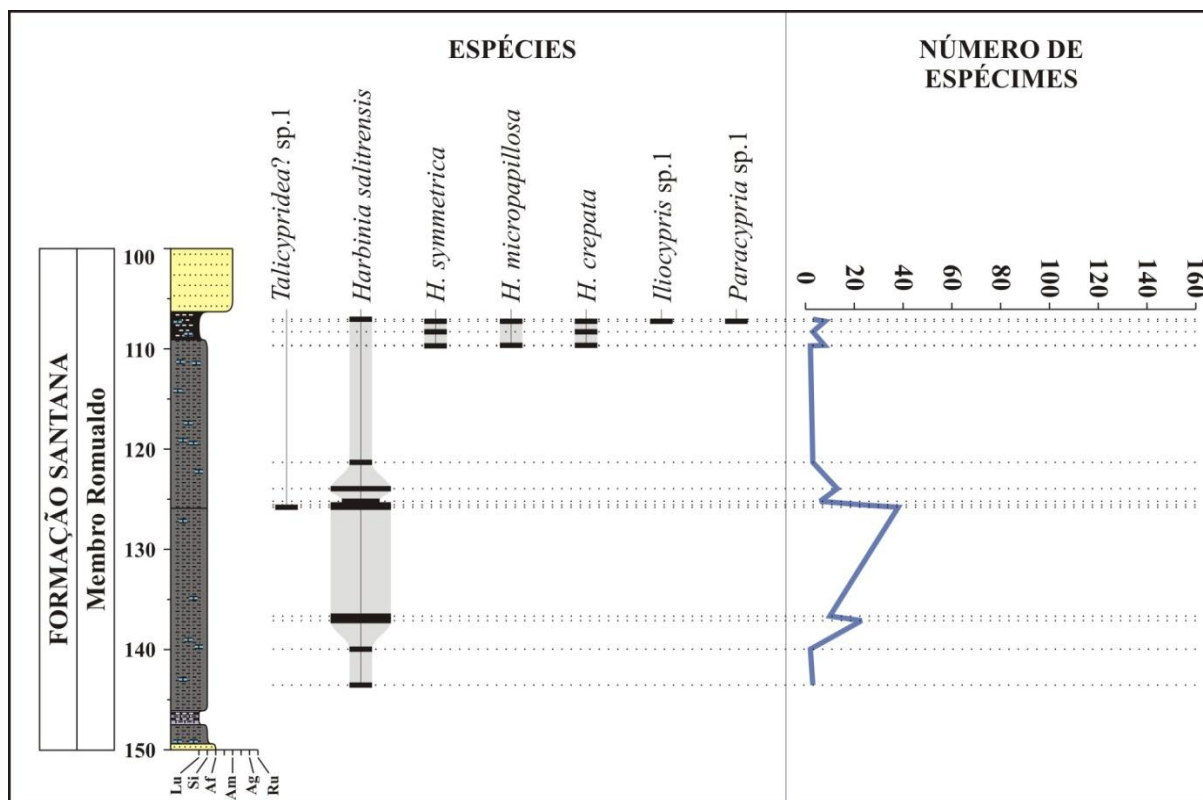


Figura 17. Distribuição estratigráfica e abundância das espécies de ostracodes na perfuração IPS-12-CE, Membro Romualdo, bacia do Araripe, Brasil.

As ocorrências de *Harbinia alta*, *H. crepata*, *H. micropapillosa*, *H. salitrensis* e *H. symmetrica* permitem correlacionar seções do Aptiano da bacia do Araripe com as bacias do Espírito Santo, Grajaú, Potiguar, Sergipe-Alagoas e Maranhão, na margem continental do Brasil, além das bacias de Angola, Congo, Gabão e camadas continentais da Libéria, na margem continental da África ocidental (Tab. XVI). As ocorrências de *H. salitrensis* e *H. symmetrica* na África são documentadas por Bate (1999); entretanto, uma vez que o mesmo não apresenta fotomicrografias dos espécimes observados na África, é recomendável nova análise do material para publicações futuras.

Coimbra *et al.* (2002) correlacionam o término do Andar Aptiano na bacia do Araripe ao fim da deposição do Membro Crato, de acordo com a biozona *Sergipea variverrucata*. Entretanto, o zoneamento com base em palinórfos tradicionalmente é motivo de discussão entre diversos autores (Regali *et al.*, 1974; Regali *et al.*, 1985; Arai *et al.*, 1989; Regali & Viana, 1989; Dino, 1992; Dino, 1994; Hessel *et al.*, 1994). De acordo com as ocorrências de ostracodes no presente trabalho, bem como em trabalhos posteriores (Gobbo, 2006), é proposta a extensão do Andar Alagoas na bacia do Araripe até pelo menos a base do Membro Romualdo, bem como a inclusão dessa unidade no Aptiano superior. Da mesma forma, níveis ricos em evaporitos das camadas Ipubi também ficam restritos, essencialmente, ao Aptiano superior.

Tabela XVI. Distribuição de espécies do gênero *Harbinia* em bacias e estratos do Atlântico Sul.

Espécie	Distribuição por bacia ou estrato									
	Araripe	Grajaú (Ramos <i>et al.</i> , 2006)	Angola (Bate, 1999)	Congo (Bate, 1999)	Gabão (Bate, 1999)	Maranhão (Krömmelbein & Weber, 1971)	Espírito Santo (Do Carmo <i>et al.</i> , 2010)	Potiguar (Do Carmo <i>et al.</i> , 2010)	Sergipe-Alagoas (Do Carmo <i>et al.</i> , 2010)	Libéria (Bate, 1972; Smith, 2000)
<i>Harbinia salitrensis</i>	X	X	X	X	X					
<i>Harbinia symmetrica</i>	X		X	X	X	X				
<i>Harbinia alta</i>	X	X					X	X		
<i>Harbinia micropapillosa</i>	X								X	X
<i>Harbinia crepata</i>	X							X		

8. PALEOECOLOGIA E PALEOAMBIENTE

O Membro Crato é caracterizado por intercalações de folhelhos e calcários laminados, parcialmente recobertos por evaporitos espessos, interpretados como ambientes lacustres seguidos de um período mais árido (Gobbo, 2006). O Membro Romualdo, uma associação de litofácies carbonato-pelíticas, representa ambientes tradicionalmente lagunares transitacionais, evoluindo para marinhos rasos. O registro fóssil é indicativo de corpos d'água situados próximo ao litoral (Coimbra *et al.*, 2002; Chagas, 2006); no topo, superfícies de transgressão expressivas são ricas em fósseis deste tipo de ambiente (Fara *et al.*, 2005, Assine, 2007).

No presente trabalho, são analisadas amostras do Membro Crato, principalmente as camadas Ipubi, e base do Membro Romualdo, não atingindo os níveis considerados marinhos. As associações de ostracodes em IPS-11-CE são pobres em número de espécies, correspondendo à espécie dominante aproximadamente 97% da recuperação por amostra; o que, segundo Hudson (1990), é indicativo de paleoambientes salobros (Fig. 18). A dominância de espécies do gênero *Harbinia*, representado em MP-1109 por *H. alta*, nas amostras é outro indicativo dessas condições ambientais (Bérthou *et al.*, 1994). O gênero *Cetacella*, abundante em MP-1103, é associado a ambientes saturados em carbonatos (El Albani, 2004), como o de origem desta amostra em específico.

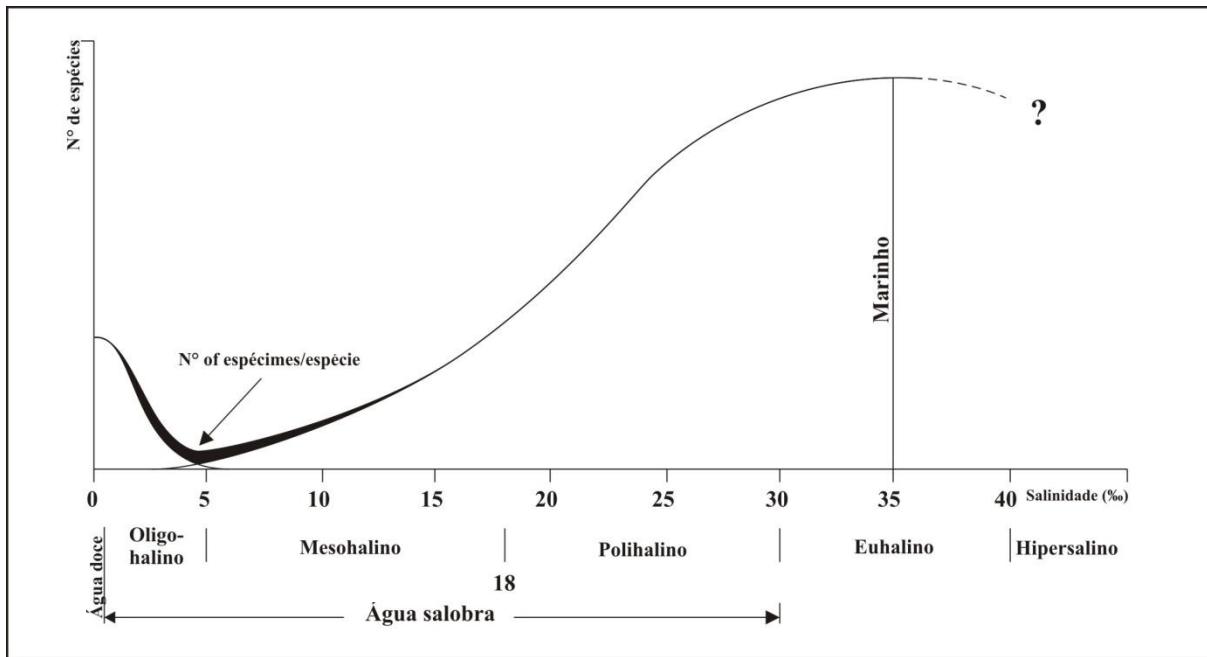


Figura 18. Intervalos de salinidade e diversidade específica (adaptado de Hudson, 1990).

A perfuração IPS-12-CE apresenta padrões de dominância por amostra similares aos observados em IPS-11-CE, especialmente no intervalo entre as amostras MP-1094 e MP-1050. A partir de MP-1049, observa-se a deposição de folhelhos, bem como o aumento, ainda que pequeno, na diversidade de espécies, a diminuição dos níveis de dominância e o aparecimento na associação em MP-1047 de gêneros característicos de ambientes límnicos de água doce, como *Ilyocypris* (Smith & Horne, 2002). É importante salientar que a definição de límnico utilizada no presente trabalho se refere a organismos e ambientes aquáticos continentais, segundo Esteves (Esteves, 1998). *Paracypris*, com ocorrência em MP-1047, é um gênero associado a águas oligo-halinas, característico de ambientes costeiros transicionais (Maddocks, 1979).

Em ambas as perfurações, as associações e conjuntos são representados exclusivamente por espécies límnicas. Os dados dessas associações indicam paleoambientes límnicos de águas salobras ou hipersalinas. Em IPS-11-CE, a dominância de poucas espécies de gêneros tradicionalmente interpretados como de ambientes com altas concentrações salinas, como *Harbinia* e *Cetacella*, permitem a interpretação destes paleoambientes compostos por lagos hipersalinos, possivelmente costeiros, onde espécies favorecidas pelos altos níveis de salinidade tendem a se estabelecer em grande quantidade.

IPS-12-CE apresenta intervalos de dominância de espécies do gênero *Harbinia* alternados com associações variadas, incluindo gêneros de água doce como *Ilyocypris* e de águas oligo-halinas, como *Paracypris*. Com base nessas características e de acordo com a

fauna de ostracodes, os paleoambientes seriam transicionais, compostos por lagos costeiros em geral salobros. Períodos de maior aporte de água doce e consequente aumento no nível de base do sistema, permitiriam a colonização por gêneros característicos de paleoambientes com maior influência continental.

8.1. Análise da estrutura populacional

Carapaças de espécies de ostracodes, em diferentes estágios ontogenéticos, possuem propriedades hidrodinâmicas particulares, de acordo com forma, tamanho e peso (Whatley, 1983, 1988). Desse modo, ao menos três tipos de estruturas populacionais são identificáveis em ostracodes: conjuntos depositados de forma autóctone, em ambientes de baixa energia, com espécimes de todos os estágios ontogenéticos em co-ocorrência; conjuntos autóctones em ambientes de alta energia, onde predominam adultos e/ou no máximo dois estágios juvenis; e conjuntos alóctones em ambientes de baixa energia, formados exclusivamente por juvenis (Fig. 19).

As amostras com recuperação de espécimes, portanto aptas ao estudo de estrutura populacional, mostram predominância de ambientes de baixa energia, eventualmente de alta, e alternância entre ocorrências autóctones e alóctones (Fig. 20). Na perfuração IPS-11-CE, 17 amostras foram analisadas, das quais duas, ambas das camadas Ipubi, Membro Crato, apresentaram recuperação: MP-1109 e MP-1103. A amostra MP-1109 apresenta grande abundância de carapaças recuperadas, o que torna inviável sua contagem total; nesse caso, fixou-se um limite de trinta espécimes contados por estágio. Os resultados dessa amostra indicam ocorrência autóctone, em ambientes de baixa energia. Em MP-1103, a ocorrência de estágios ontogenéticos exclusivamente adultos caracteriza o ambiente como de alta energia, porém em clara contradição com a natureza dos sedimentos da amostra, composta por calcário laminado, o qual se deposita em ambientes de baixa energia (Fig. 21).

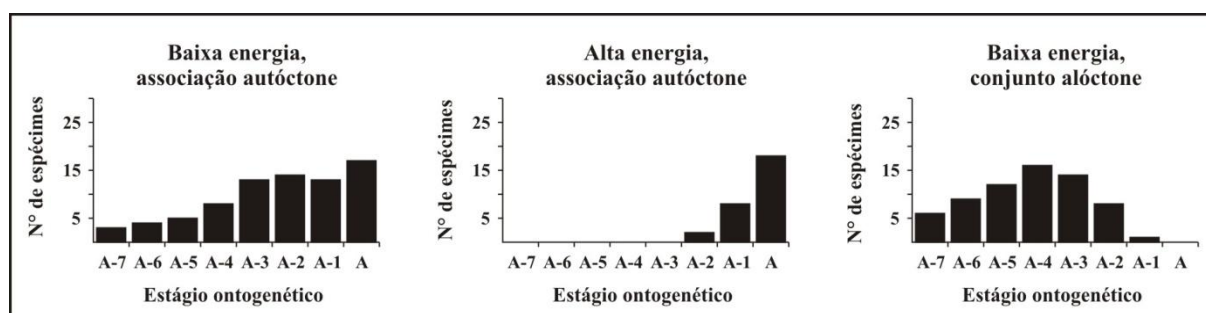


Figura 19. Estrutura populacional com base em estágios ontogenéticos e possíveis interpretações paleoambientais (adaptado de Whatley 1983, 1988).

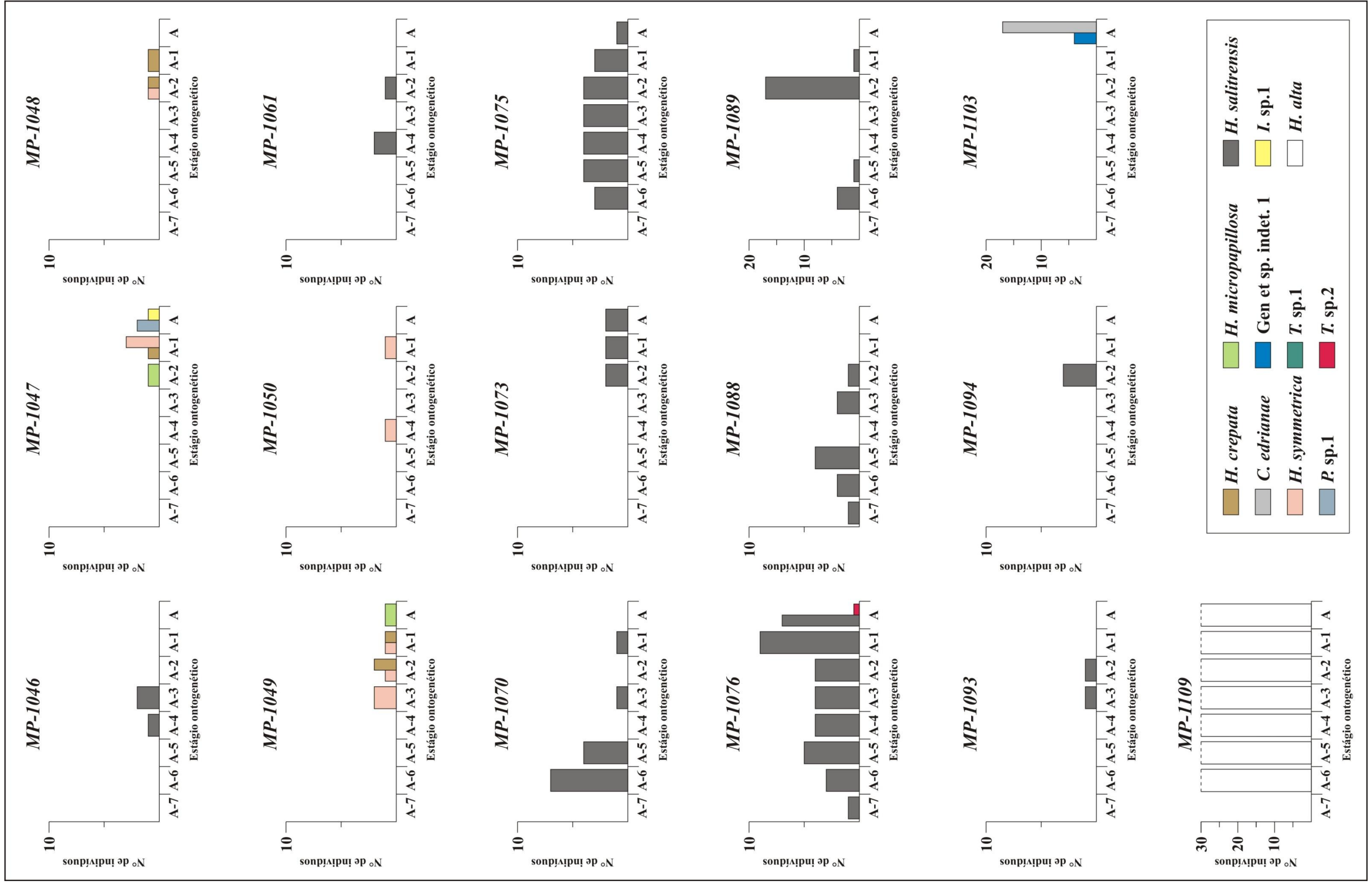


Figura 20. Estrutura populacional por estágio ontogenético em amostras dos Membros Crato e Romualdo, Formação Santana, bacia do Araripe, NE-Brasil.

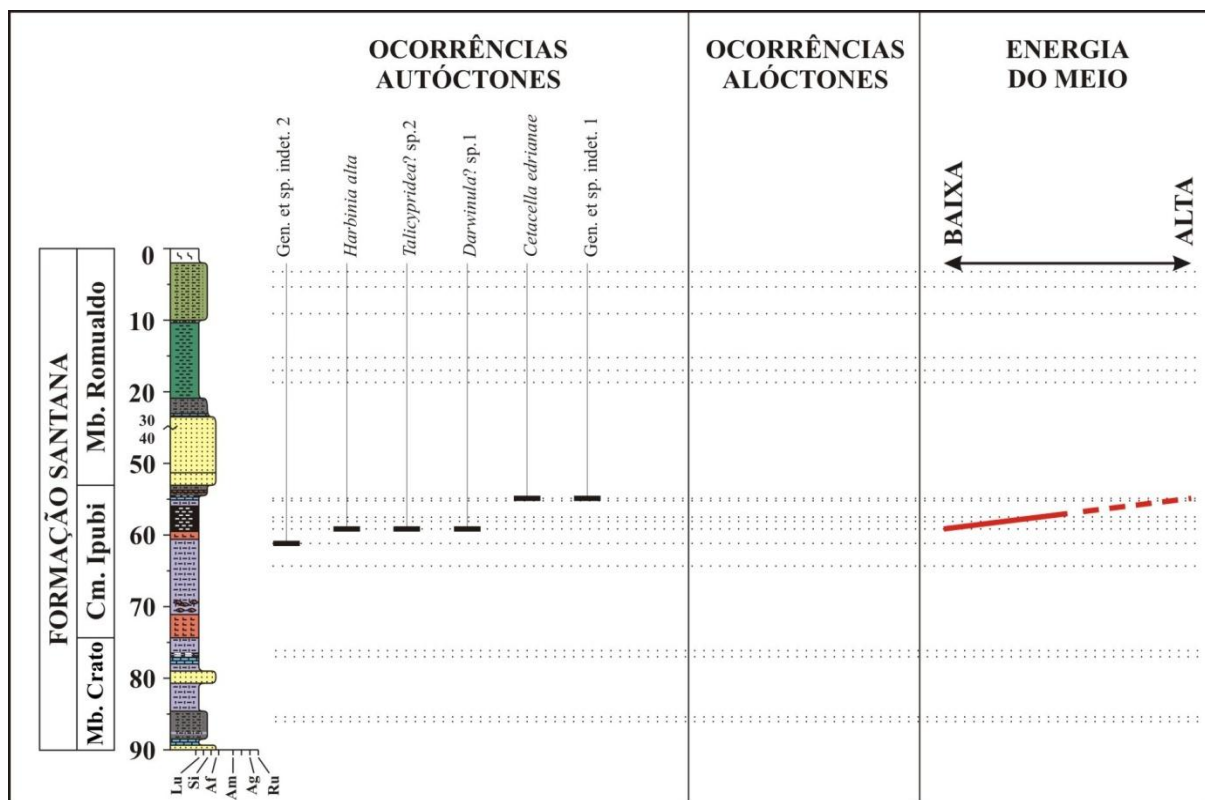


Figura 21. Ocorrências autóctones e alóctones e níveis de energia do meio em amostras da perfuração IPS-11-CE, bacia do Araripe, Brasil (obs: amostras do Membro Romualdo na perfuração são estéreis).

Na perfuração IP-12-CE, cuja seção amostrada se insere na base do Membro Romualdo, 39 amostras foram analisadas, e 14 apresentaram resultados: MP-1046, MP-1047, MP-1048, MP-1049, MP-1050, MP-1061, MP-1070, MP-1073, MP-1075, MP-1076, MP-1088, MP-1089, MP-1093 e MP-1094. Entre MP-1089 e MP-1075, as ocorrências autóctones e alóctones intercaladas indicam ambientes de baixa energia. MP-1073 apresenta um ambiente de alta energia episódico; em MP-1070 e MP-1061, os conjuntos são alóctones, e observa-se novamente o estabelecimento de ambientes de baixa energia. Populações reduzidas a partir de MP-1050 dificultam a interpretação dos paleoambientes, porém as condições de preservação dos espécimes, principalmente em MP-1047, indicam possíveis ambientes de baixa energia (Fig. 22).

8.2. Considerações finais

Em sistemas lagunares, lagunas e lagos costeiros podem ser diferenciados com base no grau de conexão com o mar. Lagunas, apresentam conexão permanente com o mar, por meio de canais de ligação; nesses ambientes, predomina a mistura de águas continentais e marinhas, em regime estuarino. Lagos costeiros, por sua vez, não se ligam diretamente ao mar, permanecendo como ambientes de água doce durante a maior parte de seu desenvolvimento (Tomazelli & Villwock, 1991).

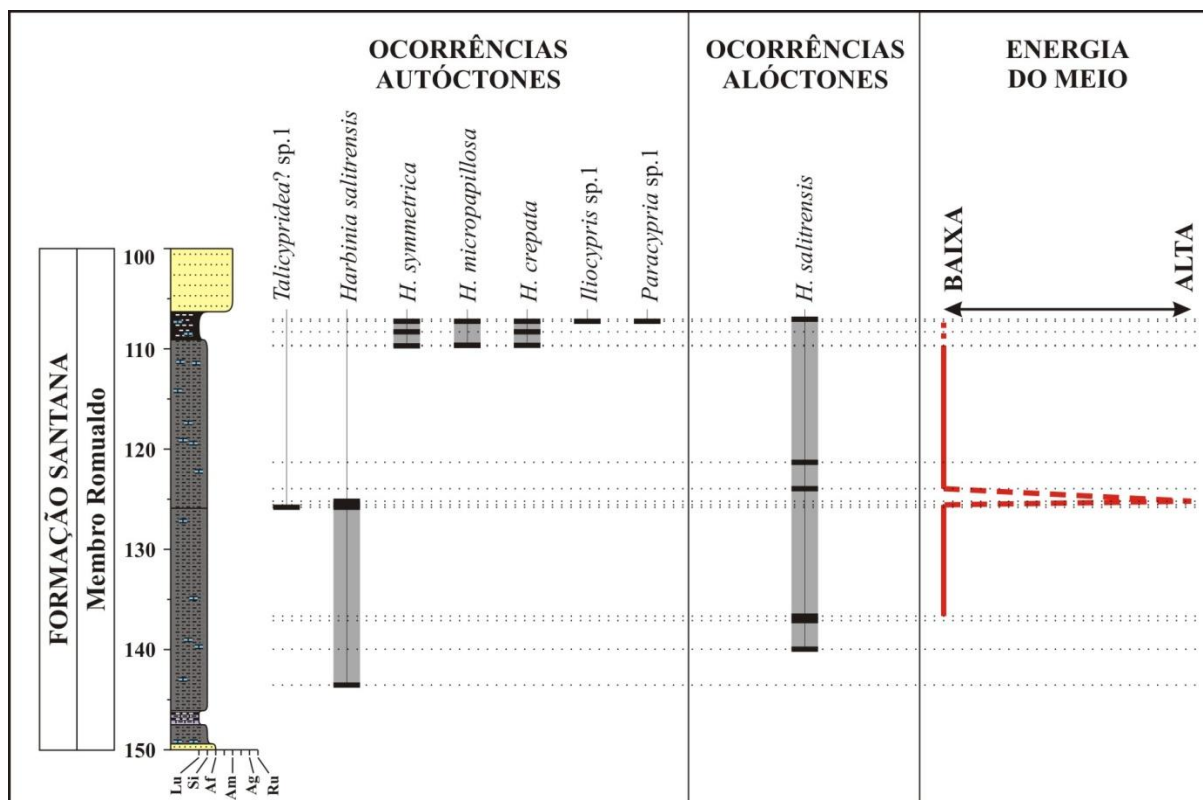


Figura 22. Ocorrências autóctones e alóctones e níveis de energia do meio em amostras da perfuração IPS-12-CE, bacia do Araripe, Brasil.

Trabalhos prévios sobre a Formação Santana (Arai & Coimbra, 1990; Coimbra *et al.*, 2002; Chagas, 2006; Assine, 2007) identificam os paleoambientes desta unidade como lacustres transicionais para os membros Crato e base do Romualdo. Em direção ao topo, aumenta a influência marinha, de acordo com os fósseis presentes em concreções carbonáticas e níveis de coquinas (Fara *et al.*, 2005; Assine, *op. cit.*). A característica transicional é indicada pela presença de dinoflagelados da ecozona *Subtilisphaera* spp, associados ao gênero *Spiniferites* (Arai *et al.*, 1994; Assine, 2007).

A análise das associações e conjuntos de espécies de ostracodes permitem inferir paleoambientes límnicos transicionais com postos por lagos costeiros, com variações de salinidade entre água doce e salobra, bem com hipersalina, e predomínio de condições de baixa energia de transporte. Essa interpretação corrobora trabalhos previamente mencionados. Para a deposição das camadas Ipubi, Membro Crato, Assine (2007), sugere paleoambientes formados por lagos costeiros hipersalinos, situados em regiões de salinas próximas ao litoral, Na base do Membro Romualdo, segundo Coimbra *et al.* (2002), predominam os paleoambientes compostos por lagos salobros transicionais. Com base nas novas informações deste trabalho, os paleoambientes do Membro Romualdo apresentariam adicionalmente condições de água doce durante determinados períodos de tempo.

9. CONCLUSÃO

Treze espécies de ostracodes dos membros Crato e Romualdo da Formação Santana foram identificadas no presente trabalho: *Harbinia alta*, *Harbinia crepata*, *Harbinia micropapillosa*, *Harbinia salitrensis*, *Harbinia symmetrica*, *Cetacella edrianae* sp. nov., *Talicypridea?* sp.1, *Talicypridea?* sp.2, *Paracypria* sp.1, *Ilyocypris* sp.1, *Darwinula?* sp.1, Gen et sp. indet. 1 e Gen. et sp. indet. 2. Os ostracodes identificados, bem como sua distribuição estratigráfica, permitem a correlação entre o Andar Alagoas das bacias do Araripe, Espírito Santo, Grajaú, Maranhão, Potiguar e Sergipe-Alagoas. Da mesma forma, é possível correlacionar este intervalo ao Aptiano superior das bacias do Gabão, Congo e Angola, na margem continental oeste africana; entretanto, os espécimes destas bacias necessitam melhor caracterização antes de uma definição taxonômica mais conclusiva e posteriores correlações .

As associações e conjuntos identificados apresentam predominância de espécies do do gênero *Harbinia*, compondo faunas monoespecíficas, com dominância em torno de 97%, associadas a condições de estresse por salinidade. *Cetacella*, gênero associado a ambientes com concentrações carbonáticas elevadas, ocorre em uma amostra de calcário da perfuração IPS-11-CE. Gêneros característicos de ambientes de água doce a oligo-halina, como *Ilyocypris* e *Paracypria*, ocorrem no topo da perfuração IPS-12-CE, sendo este último característico de ambientes transicionais. De acordo com a análise dos ostracodes das seções sedimentares estudadas, bem como trabalhos anteriores, os sedimentos do Membro Crato, em especial as camadas Ipubi, e da base do Membro Romualdo foram depositados em ambientes transicionais compostos por lagos costeiros. Estes apresentavam salinidade variando entre hipersalina, para o Membro Crato, e água doce a salobra, para o Romualdo. Nestes paleoambientes, predominam condições de baixa energia, com episódios eventuais de alta.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, F.W. 1966. New genera of Purbeck and Wealden Ostracoda. *Bulletin of the British Natural History Museum*, **11**(9):439-441.
- Antonietto, L.S., Gobbo, S.R., Do Carmo, D.A., Assine, M.L., Fernandes, M.A.M.C.C. & Silva, J.E.L. 2010 (submetido). Ontogeny of some species of *Harbinia* Tsao, 1959 (Crustacea, Ostracoda) from Santana Formation, Lower Cretaceous, NE-Brazil: taxonomy and paleoecology. *Hydrobiologia*.
- Arai, M. 2006. Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil. *Geociências*, **25**(1):7-15.

- Arai, M. & Coimbra, J.C. 1990. Análise paleoecológica do registro das primeiras ingressões marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe). *In: Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, I, Atas*, p.:225-239.
- Arai, M.; Hashimoto, A.T. & Uesugui, N. 1989. Significado cronoestratigráfico da associação microflorística do Cretáceo Inferior do Brasil. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, **3**(1/2):87-103.
- Arai, M., Lana, C.C. & Pedrão, E. 1994. Ecozona *Subtilisphaera*: registro Eocretáceo de um importante episódio ecológico do oceano Atlântico primitivo. *Acta Geológica Leopoldensia*, **39**(2):521-538.
- Araripe, P.T. & Feijó, F.J. 1994. Bacia Potiguar. *Boletim Técnico da PETROBRAS*, **8**(1):127-141.
- Assine, M.L. 1990. Sedimentação e tectônica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, 124p.
- Assine, M.L. 1992. Análise estratigráfica da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **22**(3):289-300.
- Assine, M.L. 1994. Paleocorrentes e paleogeografia na bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **24**(4):223-232.
- Assine, M.L. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**(2):371-389.
- Bate, R.H. 1971. Phosphatized ostracods from the Cretaceous of Brazil. *Nature*, **230**:397-398.
- Bate, R.H. 1972. Phosphatized ostracodes with appendages from the Lower Cretaceous of Brazil. *Palaeontology*, **15**(3):379-393.
- Bate, R.H. 1973. On *Pattersoncypris micropapillosa* Bate. *Stereo-Atlas of Ostracod Shells*, **1**(19):101-108.
- Bate, R.H. 1999. Non-marine ostracod assemblages of the Pre-Salt rift basins of West Africa and their role in sequence stratigraphy. *Geological Society of London Special Publications*, **153**:283-292.
- Beltrami, C.V., Alves, L.E.M. & Feijó, F.J. 1994. Bacia do Ceará. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, **8**(1):117-127.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2006. *Ecology – From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing, Malden, EUA, 759p.
- Bérthou, P.Y., Depèche, F.E, Colin, J.P., Figueira, J.B.M. & Teles, M.S.L. 1994. New data on the ostracodes from the Crato lithologic unities (lower Member of the Santana Formation, Latest Aptian-Lower Albian) of the Araripe Basin (Northeastern Brazil). *Acta Geologica Leopoldensia*, **17**(39/2):539-554.

- Bérthou, P.Y., Viana, M.S.S. & Campos, D.A. 1990. Coupe de la Formation Santana dans le secteur de la “Pedra Branca” (Santana do Cariri) (Bassin d’Araripe, NE du Brésil). Contribution a l’étude de la sedimentologie et des paleoenvironnements. *In: Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, I, Atas*, p.:173-191.
- Beurlen, K. 1962. A geologia da Chapada do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **34**(3):365-370.
- Beurlen, K. 1971. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (nordeste Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **43**:411-415.
- Bosquet, J. 1852. Description des entomostracés fossiles du terrain tertiaires de la France e de la Belgique. *Mémoires Descr. Carte Géologie Néerlande*, **2**:53-126.
- Brady, G.S. & Norman, A.M. 1889. A monograph of the marine and fresh water Ostracoda of the North Atlantic and of northwestern Europe; Section 1 – Podocopa. *Scientific Transactions of the Royal Dublin Society*, **4**(2):63-270.
- Brady, G.S. & Robertson, D. 1870. The Ostracoda and Foraminifera of tidal rivers. With an analysis and descriptions of the British Ostracoda. *Annals and Magazine of the Natural History*, **4**(31):1-33.
- Brady, G.S. & Robertson, D. 1872. Contributions to the study of the Entomostraca. VI. On the distribution of the British Ostracoda. *Annals and Magazine of the Natural History*, **4**(9):48-63.
- Braun, O.P.G. 1966. Estratigrafia dos Sedimentos da Parte Inferior da Região Nordeste do Brasil (Bacias do Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe). DNPM/DGM, Rio de Janeiro, boletim 236, 75p.
- Brito-Neves, B.B. 1990. A Bacia do Araripe no contexto geotectônico regional. *In: Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, I, Atas*, p.:21-33.
- Carvalho, I.S. 2000. Geological environments of dinosaur footprints in the intracratonic basins of northeast Brazil during the Early Cretaceous opening of the South Atlantic. *Cretaceous Research* **21**:(2000):255–267.
- Carvalho, M.S.S. & Santos, M.E.C.M. 2005. History of the Paleontological Research in the Araripe Basin, Northeast Brazil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, **28-1**(2005):15-34.
- Campos Neto, O.P.A., Lima, W.S. & Cruz, F.E.G. 2007. Bacia de Sergipe-Alagoas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**(2):405-415.
- Castro, D.L. & Castelo Branco, R.M.G. 1999. Caracterização da arquitetura interna das bacias do Vale do Cariri (NE do Brasil) com base em modelagem gravimétrica 3-D. *Brazilian*

- Journal of Geophysics*, **17**(2,3):129-144.
- Castro, J.C., Valença, L.M.M. & Neumann, V.H. 2006. Ciclos e sequências deposicionais das formações Rio da Batateira e Santana (Andar Alagoas), bacia do Araripe, Brasil. *Geociências*, **25**(3):289-296
- Chagas, D.B. 2006. Litoestratigrafia da bacia do Araripe: reavaliação e propostas para revisão. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 112p.
- Chagas, D.B., Assine, M.L. & Freitas, F.I. 2007. Facies sedimentares e ambientes deposicionais 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. & Depêche, F., 1997. Faunes d'ostracodes lacustres des bassins intra-cratonique d'âge albo-aptien en Afrique de l'Ouest (Cameroun, Tchad) et au Brésil: considerations d'ordre paléocologique et paléogéographique. *African, Geoscience Review*, **4**(2/3).
- Daday, J. 1900. *A magyarországi kagilósrákok mgánrajza. Ostracoda Hungarie*. Budapest, 320p (traduzido).
- Depêche, F., Bérthou, P.Y. & Campos, D.A. 1990. Quelques observations sur lês faunes dostracodes du Crétacé du bassin d'Araripe (N. E. du Brésil). *In: Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, Atas*, v.1, p.:293-303.
- Dias, J.L. 2005. Tectônica, estratigrafia e sedimentação no Andar Aptiano da margem leste brasileira. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **13**(1):7-25.
- Dino, R. 1992. Palinologia, bioestratigrafia e paleoecologia da Formação Alagamar - Cretáceo da bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 299p.
- Dino, R. 1994. Algumas espécies novas de grãos de pólen do Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, **8**(2/4):257-273.
- Do Carmo, D.A. 1998. Taxonomia, paleoecologia e distribuição estratigráfica dos ostracodes da Formação Alagamar (Cretáceo Inferior), bacia Potiguar, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 156 p.
- 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.
- 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.; J. C. Coimbra; R. Whatley, & L. S. Antonietto. 2010 (submetido). Taxonomy of limnic ostracodes from Alagamar Formation, mid-late Aptian, Potiguar basin, NE-Brazil. *Hydrobiologia*.
- Esteves, F.A. 1998. *Fundamentos em Limnologia*, 2^a ed., Rio de Janeiro, 602 p.
- El Albani, A., Fürsich, F.T., Colin, J.P., Meunier, A., Hochuli, P. Martín-Closas, C. Mazin, J.M. & Billon-Bruyat, J.P. 2004. Palaeoenvironmental reconstruction of the basal Cretaceous vertebrate bearing beds in the Northern part of the Aquitaine Basin (SW France): sedimentological and geochemical evidence. *Facies*, **2004**(50):195–215.
- Fara, E., Saraiva, A.A.F., Campos, D.A., Moreira, J.K.R., Siebra, D.C. & Kellner, A.W.A. 2005. Controlled excavations in the Romualdo Member of the Santana Formation (Early Cretaceous, Araripe Basin, northeastern Brazil): stratigraphic, palaeoenvironmental and palaeoecological implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **218**(2005):145-160.
- Feijó, F.J. 1994. Bacias de Sergipe e Alagoas. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*. **8**(1):149-161.
- Gobbo, S.R. 2006. Taxonomia, paleoecologia e bioestratigrafia de ostrácodes da Formação Santana (Aptiano Superior – Albiano Inferior), bacia do Araripe, NE Brasil. Tese de Doutorado, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 118p.
- Grékoff, N. 1957. Ostracodes du Bassin du Congo. I. Jurassique superieur et Cretace Inferieur du Nord du Bassin. *Annales du Musee Royal du Congo Belge, Ser 8, Sciences Géologiques* 35, 96p.
- Grékoff, N. 1960. Ostracodes du bassin du Congo. *Annales du Musée Royal du Congo Belge*, **35**:1-90.
- Hashimoto, A.T., Appi, C.J., Soldan, A.L. & Cerqueira, J.R. 1987. O Neo-Alagoas nas bacias do Ceará, Araripe e Potiguar (Brasil): caracterização estratigráfica e paleoambiental. *Revista Brasileira de Geociências*, **17**(2):118-122.
- Herngreen, G.F.W. 1973. Palynology of Albian-Cenomanian strata of borehole 1-QS-1-MA, State of Maranhão, Brazil. *Pollen et Spore*, **15**(3/4):515-55.
- Hessel, M.H.R., Lima, M.R., Carvalho, I.S. & Fernandes, A.C.S. 1994. The Rio do Peixe Basin. In: Beurlen, G., Campos, D.A. & Viviers, M.C. (Eds.), *Stratigraphic range of cretaceous mega- and microfossil of Brazil*. Instituto de Geociências/UFRJ, p.:353-370.
- Horne, D.J. & Colin, J.P. 2005. The affinities of the ostracod genus *Cypridea* Bosquet, 1852,

- and its allies, with consideration of implications for the phylogeny of nonmarine cypridoidean ostracods. *Revue de micropaléontologie*, 48:25-35.
- Hou, Y. 1984. Problems concerning the classification of the genera *Harbinia*, *Sinocypris*, *Quadracypris* and *Nanxiongium* (Ostracoda). *Acta Micropaleontologica Sinica*, **9**:17–34.
- Hudson, J.D. 1990. Salinity from faunal analysis and geochemistry. In: Briggs, D.E.G. & Growther, P.R. (Eds.) *Palaeontology: a synthesis*. Blackwell-Science, 408p.
- Kellner, A.W.A. 2002. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE - Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. In: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M. & Berbert-Born, M.L.C. (Eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. DNPM/CPRM-SIGEP, p.: 121-130.
- Kesling, R.V. 1951 Terminology of ostracod carapaces. *Contributions from the Museum of Paleontology of the University of Michigan*, **1**(4):93-171.
- Khand, Y. 1977. Novas espécies de ostracodes das camadas limite Cretáceo superior-Paleógeno na região do Gobi transaltaico. *Tr. Sovm, Sov.-Mong. Paleont. Eksped.* **4**:106-112 (em russo)
- Khand, Y. 1994. New late Cretaceous cypridids from Mongolia (Ostracoda Cyprididae). *Paleont. zhur.*, **1**:126-129.
- Krömmelbein, K. 1965. Ostracoden aus der nicht-marine Unter-Kreide („Westafrikanischer Wealden“) des Congo-Kusttenbeckens. *Meyniana*, **15**:59-74.
- Krömmelbein, K. & Weber, R. 1971. Ostracoden des “Nordöst-Brasilianischen Wealden”. *Geologisches Jahrbuch*, **115**:1-93.
- Jones, T.R. 1885. On the Ostracoda of the Purbeck formation: with noted on the Wealden species. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **41**(3/163):311-353.
- Lammons, J.M. 1970. *Pentapsis*, a new palynomorph genus from the Cretaceous (Aptian) of Peru. *Micropaleontology*, **16**(2):175-178.
- Liebau, A., 2005. A revised classification of the higher taxa of the Ostracoda (Crustacea). *Hydrobiologia*, **538**:115-137.
- Lima, M.R. 1979. Considerações sobre a subdivisão estratigráfica da Formação Santana - Cretáceo do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **9**(2):116-121.
- Lyubimova, P.S. Mandel'shtam, M.I. & Shneyder, G.F. 1960. Superfamília Cypracea. In: *Fundamentos de Paleontologia. Arthropoda, Trilobita, e Crustacea*. Gos. Nauchno-Tekhn. Izd. Liter. po Geol. Okhr. Nedr, Moscou, v. 8, p.:347-365 [em Russo].
- Maddocks, R. 1979. Two new examples for symbiosis or parasitism in Cypridacean Ostracoda. *Crustaceana*, **37**(1):1-12.

- Maisey, J.G. 1991. *Santana Fossils – An Illustrated Atlas*. T.F.H. Publications, Neptune, New Jersey, 459p.
- Martill, D.M. & Wilby, P.R. 1993. Stratigraphy. In: Martill, D.M. (Ed.), *Fossils of the Santana and Crato formations, Brazil. Field Guides to Fossils*, 5. The Palaeontological Association, London, p.:20-50.
- Martill, D.M. 2007. The age of the Cretaceous Santana Formation fossil Konservat Lagerstätte of north-east Brazil: a historical review and an appraisal of the biostratigraphic utility of its palaeobiota. *Cretaceous Research*, **28**(2007):895-920.
- Martin, G.P.R. 1958. *Cetacella*, eine neue Ostracoden-Gattung aus dem Kimmeridge. Nordwestdeutschlands. *Paläontologische Zeitschrift*, **32**(3/4):190-196.
- Matzke-Karasz, R., Smith, R.J. Miller, C.G., Symonova R. & Tafforeau, P. 2009. Sexual Intercourse Involving Giant Sperm in Cretaceous Ostracode. *Science*, **324**:1535.
- Milani, E.J., Rangel, H.D., Bueno, G.V., Stica, J.M., Winter, W.R. Caixeta, J.M. & Pessoa Neto, O.C. 2007. Bacias Sedimentares Brasileiras – Cartas Estratigráficas. Introdução. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**(2):183-205.
- Moore, R.C. 1961. Summary of classification and stratigraphic distribution. In: Moore, R.C. & Pitrat, C.W. 1961 (Eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, University of Kansas, v. Q, 442p.
- Morais Neto, J.M., Hegarty, K. & Karner, G.D. 2006. Abordagem preliminar sobre paleotemperatura e evolução do relevo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, a partir da análise de traços de fissão em apatita. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **14**(1):113-119.
- Morkhoven, F.P.C.M Van, 1963. *Post-Paleozoic Ostracoda – Their Morphology, Taxonomy and Economic Use*, Elsevier, v. II, 478p.
- Moura, J.A. 1987. Biocronoestratigrafia da sequência não marinha do Cretáceo Inferior da bacia de Campos, Brasil: Ostracodes. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, X, *Anais*, v.2, p.:717-731.
- Moura, J.A. 1988. Ostracods from non-marine Early Cretaceous sediments of the Campos basin, Brazil. In Hanai, T., Ikeya, N. & Ishizaki, K. (Eds.), *Evolutionary biology of ostracoda: its fundamentals and applications*. Elsevier, *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, **11**:1207–1216.
- Musacchio, E.A. & Simeoni, M. 1991. Taxonomy of some Cretaceous non-marine ostracods of palaeobiogeographical interest. *Neues Jahrbuch zur Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, **180**(3):349-389.

- Müller, G.W. 1898. Die Ostracoden. In: Voeltzkow, A. (Ed.), *Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagascar und Ostafrika in den Jahren 1889-95*. Senck. Naturf. Gesell., Abh., Frankfurt, v.2, n.2, p.:284-285.
- Neumann, V.H., Borrego, A.G., Cabrera, L. & Dino, R. 2003. Organic matter composition and distribution through the Aptian-Albian lacustrine sequences of the Araripe Basin, northeastern Brazil. *International Journal of Coal Geology*, **54**(2003):21– 40.
- Neumann, V.H. & Cabrera, L., 1999. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la cuenca de Araripe, noreste de Brasil. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, V, *Boletim*, p.:279-285.
- Ponte, F.C., 1994. Extensão paleogeográfica da Bacia do Araripe no Mesocretáceo. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, III, *Boletim*, p.:131-135.
- Ponte, F.C. & Appi, C.J. 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. In: Congresso Brasileiro de Geologia, XXXVI, *Anais*, v.1, p.:211-226.
- Ponte Filho, F. C. & Ponte, F. C. 1992. Caracterização estratigráfica da Formação Abaiara, Cretáceo inferior da Bacia do Araripe. In: Simpósio sobre as bacias cretácicas brasileiras, II, *Resumos Expandidos*, p.:61-64.
- Ponte, F.C. & Ponte Filho, F.C. 1996. Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, IV, *Boletim*, p.:123-133.
- Pons, D., Bérthou, 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: Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, I, *Atas*, p.:241-252.
- Ramos, M.I.F., Rossetti, D.F. & Paz, J.D.S. 2006. Caracterização e significado paleoambiental da fauna de ostracodes da Formação Codó (Neoptiano), leste da bacia de Grajaú, MA, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **9**(3):339-348.
- Regali, M.S.P. 1987a. Palinomorfos do Barremiano/Albiano Brasileiros - Parte II. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, X, *Anais*, v.2, p.:647-667.
- Regali, M.S.P. 1987b. O gênero *Sergipea* e a sua estratigrafia no Eocretáceo do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, X, *Anais*, v.2, p.:615-623.
- Regali, M.S.P. 1989a. Primeiros registros da transgressão neoptiana na margem equatorial do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, XI, *Anais*, v.2, p.:275-293.
- Regali, M.S.P. 1989b. A idade dos evaporitos da plataforma continental do Ceará, Brasil, e sua relação com os outros evaporitos das bacias nordestinas. *Boletim do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo*, **Publicação Especial**(7):139-143.
- Regali, M.S.P. 1990. Biocronoestratigrafia e paleoambiente do Eocretáceo das bacias do

- Araripe (CE) e Rio do Peixe (PB), NE - Brazil. *In: Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, I, Atas*, p.:163-172.
- Regali, M.S.P., Uesugui, N. & Lima, E.C. 1985. Palinoestratigrafia e paleoambiente da bacia de Barreirinhas – Maranhão, Brasil. *Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*, série Geologia, v.27, seção Paleontologia e Estratigrafia, n.2, p.:461-470.
- Regali, M.S.P., Uesugui, N. & Santos, A.S. 1974. Palinologia dos sedimentos Mesozoóicos do Brasil. *Boletim Técnico da PETROBRAS*, **17**(3):177-191.
- Regali, M.S.P. & Viana, C.F. 1989. Sedimentos do Neojurássico-Eocretáceo do Brasil: idade e correlação com a escala internacional. Rio de Janeiro, Ed. Gávea, 95p.
- Rossetti, G. & Martens, K. 1998. Taxonomic revision of the recent and holocene representatives of the Family Darwinulidae (Crustacea, Ostracoda), with a description of three new genera. *Bulletin de L'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Biologie*, **68**:55-110.
- Saraiva, A.A.F.; Hessel, M.H., Guerra, N.C. & Fara, E. 2007. Concreções calcárias da Formação Santana, bacia do Araripe: uma proposta de classificação. *Estudos Geológicos*, **17**(1):40-57.
- Sars, G.O. 1910. Zoological results of the Third Tanganyika Expedition, conducted by Dr. W. A. Cunnington, F.Z.S., 1904-1905 – Report on Ostracoda. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **1910**(3):31-77.
- Schaller, H. 1969. Revisão estratigráfica da bacia de Sergipe/Alagoas. *Boletim Técnico da PETROBRAS*, **12**(1):21-86.
- Scheid, C., Munis, M.B. & Paulino, J. 1978. *Projeto Santana. Relatório Final da Etapa II*. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Superintendencia Regional de Recife, Recife, 131p.
- Sczechura, J. 1978. Freshwater ostracods from the Nemegt Formation (Upper Cretaceous) of Mongolia. *Results of the Polish-Mongolian Paleontological Expedition*, **38**:65-121.
- Silva, A.J.P., Lopes, R.C., Vasconcelos, A.M. & Bahia, R.B.C. 2003. Bacias Sedimentares Paleozóicas e Meso-Cenozóicas Interiores. *In: Bizzi, A., Schobbenhaus, C., Vidotti, R. M. & Gonçalves, J. H. (Eds.) Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil 55*. CPRM, p.: 55-85.
- Silva, D.M., 1978a. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior) – Grupo Araripe. Nordeste do Brasil – I – Novas espécies do gênero *Bisulcoypris*. *In: Congresso Brasileiro de Geologia, XXX, Anais*, p.:1014-1022.

- Silva, D.M., 1978b. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior) – Grupo Araripe. Nordeste do Brasil – II – Novas espécies do gênero *Cypridea*. In: Congresso Brasileiro de Geologia, XXX, *Anais*, p.:1023-1027.
- Silva, D.M., 1978c. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior) – Grupo Araripe. Nordeste do Brasil – III – Nova espécie do gênero *Darwinula* Brady & Robertson 1985. In: Congresso Brasileiro de Geologia, XXX, 1978. *Anais*, p.:1028-1031.
- Silva, A.L. & Neumann, V.H. 2003. Formação Crato da bacia do Araripe: um reservatório análogo ao Calcario Trairí (Formação Paracuru), bacia do Ceará. In: Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, *CD-ROM*.
- Silva-Teles Jr., A.C. & Viana, M.S.S. 1990. Paleoecologia dos ostrácodes da Formação Santana (Bacia do Araripe): um estudo ontogenético de populações. In: Simpósio sobre a bacia do Araripe e bacias interiores do Nordeste, I, *Atas*, p.:309-328.
- Smith, R.J. 1999. Possible fossil ostracod (Crustacea) eggs from the Cretaceous of Brazil. *Journal of Micropalaeontology*, **18**:81-87.
- Smith, R.J. 2000. Morphology and ontogeny of Cretaceous ostracods with preserved appendages from Brazil. *Palaeontology*, **43**:63-98.
- Smith, A.J. & Horne, D.J. 2002. Ecology of Marine, Marginal Marine and Nonmarine Ostracodes. In: Holmes, J.A. & Chivas, A.R. (Eds.) *Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. AGU Geophysical Monograph Series, v.131, p.: 37-64.
- Sohn, I.G. 1961. Techniques for preparation and study of fossil ostracodes. In: Moore, R.C. & Pitrat, C.W., 1961 (Eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, University of Kansas, volume Q, 442p.
- Swain, F.M. 1946. Middle Mesozoic Nonmarine Ostracoda from Brazil and New Mexico. *Journal of Paleontology*, **20**(6):543-555.
- Tibert, N.E., Colin, J.P. & Leckie, R.M., 2009. Taxonomy, biostratigraphy and paleoecology of Cenomanian and Turonian ostracodes from the Western Interior Basin, Southwest Utah, USA. *Revue de Micropaléontologie*, **52**:85-105.
- Tomazelli
- Tsao, L.P. 1959. *Harbinia* Tsao, 1959. In: Nechayeva, M. A. et al. (Eds.), *Ostracodes of lower chalk deposit of valley Sunlyao. Monographs of the Institute of Geology*, Ministry of Geology, People's Republic of China, Series B (Stratigraphy and Palaeontology), **1**(2):48-49.
- Valença, L.M.M., Neumann, V.H. & Mabesoone, J.M. 2003. An overview on Callovian-Cenomanian intracratonic basins of Northeast Brazil: Onshore stratigraphic record of the

- opening of the southern Atlantic. *Geologica Acta*, **1**(3):261-275.
- Viana, M.S.S. & Neumann, V.H.L. 2002. Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE - *Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo*. In: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M. & Berbert-Born, M.L.C. (Eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. DNPM/CPRM-SIGEP, p.: 113-120.
- Vidal, F.W.H., Padilha, W.M. & Oliveira, R.R. 2006. Aspectos geológicos da bacia do Araripe e do aproveitamento dos rejeitos da Pedra Cariri – Ceará. In: Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, V, *Anais*, p.:31-36.
- Viviers, M.C., Koutsoukos, E.A.M., Silva-Telles Jr., A.C. & Bengtson, P. 2000. Stratigraphy and biogeographic affinities of the late Aptian-Campanian ostracods of the Potiguar and Sergipe basins in northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, **21**(2000):407-455.
- Whatley, R. 1983. The Application of Ostracoda to palaeoenvironmental analysis. In: Maddocks, R.F., 1983 (Ed.), *Applications of Ostracoda*, p.:51-77.
- Whatley, R.C. 1988. Population structure of ostracods: some general principles for the recognition of palaeoenvironments. In: DeDecker, P.; Colin, J.P. & Peypouquet, J. P. (Eds.), *Ostracoda in the Earth Sciences*, Elsevier, p.:103-124.