



**A Fauna da Formação Brejo Santo, Neojurássico da  
Bacia do Araripe, Brasil: Interpretações Paleoambientais**  
The Brejo Santo Formation Fauna, Neojurassic from  
Araripe Basin, Brazil: Paleoenvironmental Interpretations

Bruno Gonçalves Vieira de Melo & Ismar de Souza Carvalho

*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza,  
Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Avenida Athos da Silveira Ramos, 274,  
Bloco F, Ilha do Fundão – Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, 21949-900, Brasil*  
E-mails: *bruno.melo21@gmail.com; ismar@geologia.ufrj.br*  
Recebido em: 12/09/2017    Aprovado em: 10/10/2017  
DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2017\\_3\\_62\\_74](http://dx.doi.org/10.11137/2017_3_62_74)

## Resumo

A Bacia do Araripe teve sua origem e evolução relacionadas aos eventos tectônicos que culminaram com o rifteamento do Gondwana e abertura do oceano Atlântico Sul. Os depósitos do Neojurássico da bacia estão inseridos na Tectonossequência Pré-Rifte e compreendem a Formação Brejo Santo. Os macrofósseis e microfósseis incluem peixes *Mawsonia gigas* e *Lepidotes* sp., Crocodyliformes, Dinosauria, e invertebrados como ostracodes, conchostráceos, gastrópode, bivalvío, além de icnofósseis. A associação fossilífera, aliada às observações sedimentológicas dos afloramentos, torna possível caracterizar o ambiente deposicional. O predomínio de camadas lutíticas vermelhas (*red beds*) evidencia a deposição em corpos d'água rasos, em condições oxidantes, de áreas alagadas da planície de inundação, em clima árido, associados a momentos esporádicos de inundação fluvial. A ocorrência de níveis carbonáticos e a diversidade de ostracodes mixohalinos (citeráceos), sugerem que as áreas alagadas eram caracterizadas por águas salobras (salinidade entre 1 e 24,7%), temperadas ou quentes e com pH alcalino. A ostracofauna permite concluir que os depósitos em análise pertencem ao andar local Dom João (Biozona NRT-001 da Petrobras) - Neojurássico.

**Palavras-chave:** Bacia do Araripe; Formação Brejo Santo; Neojurássico; associação fossilífera

## Abstract

The Araripe Basin originated during the tectonic events that allowed the Gondwana rifting and the South Atlantic opening. The Late Jurassic deposits of this basin occur in the context of the Pre-Rift Tectonosequence and are grouped in the Brejo Santo Formation. The macrofossils and microfossils comprises the fishes *Mawsonia gigas* and *Lepidotes* sp., Crocodyliformes, Dinosauria, invertebrates such as ostracods, conchostraceans, gastropod, bivalve and trace fossil. These fossils associated with the sedimentological observations in the outcrops of this lithostratigraphic unit allowed to interpret the depositional environment. The argillaceous red beds are evidence of shallow lakes in flooding areas, in an arid climate, with episodic flooding events. The carbonatic levels and the wide number of mixohaline ostracods species (Cytheracea), indicated brackish waters (salinity between 1 and 24,7%), temperate waters and alkaline pH. The ostracofauna allow to conclude that these deposits are restricted to the local stage Dom Joao (NRT-001 biozone, Petrobras) from the Upper Jurassic.

**Keywords:** Araripe Basin; Brejo Santo Formation; Late Jurassic; fossil assemblage

## 1 Introdução

O conhecimento sobre a fauna do Jurássico brasileiro ainda é limitado, e muito se deve às poucas exposições de rochas que datam deste período geológico no Brasil. Isso torna os fósseis raros e de relevância para o entendimento da história geológica no país durante esse período.

Na Bacia do Araripe, o Jurássico é composto pelas formações Brejo Santo (Gaspary & Anjos, 1964) e Missão Velha (Ponte & Appi, 1990; Assine, 1992). Contudo, na literatura há poucos trabalhos sobre a presença de fósseis desse período, sendo a maioria das pesquisas paleontológicas concentradas na Formação Missão Velha. Por esse motivo, esse estudo é focado na assembleia fossilífera pertencente à Formação Brejo Santo.

Sabe-se que essa unidade litoestratigráfica contém fósseis de vertebrados, como fragmentos ósseos de peixes celacantos e do gênero *Lepidotes*, de conchostráceos como *Cyzicus mawsoni*, *Cyzicus mirandibensis*, *Paleolimnadiopsis barbosai* (Braun, 1966), *Cyzicus pricei* e *Cyzicus brauni* (Cardoso, 1966), de ostracodes como *Theriosynoecum pricei* (Pinto & Sanguinetti, 1958) e *Darwinula cf. oblonga* (Roemer, 1839), além de escassa microflora, tais como raros exemplares de *Classopolis*, *Araucariacites*, esporos triletes e dissacados (Arai *et al.*, 1989).

A proposta deste estudo é caracterizar a fauna dos depósitos da Formação Brejo Santo, com a identificação dos espécimens, e utilizá-los para interpretações paleoambientais, contribuindo assim para um melhor entendimento da fauna do Jurássico brasileiro e possibilitando analogias com as associações fossilíferas identificadas em outras bacias de mesma idade.

## 2 Contexto Geológico

Inserida na Província Estrutural Borborema (Brito Neves, 1990), a Bacia do Araripe possui uma área de 12.200 km<sup>2</sup> (Carvalho & Melo, 2012), e ocupa as regiões sul do estado do Ceará, oeste de Pernambuco e leste do Piauí. Trata-se de uma bacia cuja origem e evolução estão relacionadas aos eventos tectônicos do Neojurássico e Eocretáceo, que culminaram com o rifteamento do Gondwana e

abertura do Oceano Atlântico Sul (Ghignone *et al.*, 1986; Brito Neves, 1990), no qual houve reativação de zonas de cisalhamento neoproterozoicas, a chamada Reativação Wealdeniana (Almeida, 1967) ou Sul-Atlantiana (Schobbenhaus & Campos, 1984).

A partir da proposta regional feita por Matos (1992), Ponte & Ponte Filho (1996) e Assine (2007), utilizando-se também a nomenclatura litoestratigráfica proposta por Assine (2007) para subdividir o arcabouço estratigráfico da bacia estudada, pode-se compilar a evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Araripe em quatro estágios. São denominados como tectonossequências Paleozoica (Neo-ordoviciano/Eodevoniano), Pré-Rifte (Neojurássico), Rifte (Neocomiano), e Pós-Rifte, dividida em Pós-Rifte I (Neoaptiano/Eoalbiano), e Pós-Rifte II (Mesoalbiano/Cenomaniano).

Inserida na Tectonossequência Pré-Rifte, estágio caracterizado como período de subsidência mecânica produzida por estiramento litosférico visco-elástico (Assine, 2007), a Formação Brejo Santo pertence ao Neojurássico, andar local Dom João. Esse período é caracterizado pela presença da Depressão Afro-Brasileira, uma calha rasa e alongada de direção N-S, formada em resposta ao soerguimento crustal resultante do aquecimento induzido pela presença de *hotspots* no Gondwana Central. A área de deposição original tem mais de 300.000 km<sup>2</sup> e é composta exclusivamente por depósitos continentais representativos de sistemas fluviais, eólicos e lacustres (Kuchle *et al.*, 2011).

A Formação Brejo Santo aflora em todo setor leste da Bacia do Araripe (Vale do Cariri), tem espessura máxima de cerca de 450 m e é constituída essencialmente por lutitos, tais como argilitos e folhelhos calcíferos castanho-avermelhados, siltitos cinza-esbranquiçados a esverdeados e, de forma subordinada, arenitos finos a muito finos argilosos laminados. Intercalam-se nessa sucessão níveis delgados de calcário argiloso e, principalmente, arenitos calcíferos, abundantemente fossilíferos (Fambrini *et al.*, 2013).

O sistema deposicional é consagrado na literatura como continental lacustre por diversos autores (Assine, 1992, 2007; Barros *et al.*, 2011; Kuchle *et al.*, 2011; Fambrini *et al.*, 2007, 2008, 2010a, 2010b, 2011, 2012, 2013). Contudo, mais recentemente, Scherer *et al.* (2014), atribuíram a esta

formação a interpretação de um sistema fluvial, desenvolvido em planície de inundação distal, com momentos de inundação fluvial. É correlata às formações Aliança da Bacia do Recôncavo, Tucano e Jatobá, Bananeiras da Bacia de Sergipe-Alagoas (Assine, 1992, 2007; Fambrini *et al.*, 2011, 2012), bem como a contraparte africana, a Formação M'Vone da Bacia do Gabão (Teisserenc & Villemin, 1989; Mounquengui *et al.*, 2008; Kuchle *et al.*, 2011).

### 3 Materiais e Métodos

Os materiais da pesquisa são os fósseis pertencentes aos sete afloramentos visitados da Formação Brejo Santo, situados nas cidades de Missão Velha, Abaiara, Brejo Santo e Juazeiro do Norte, todas no sul do estado do Ceará, apresentadas na Figura 1 e Tabela 1.

Além das atividades de campo, a metodologia desta pesquisa inclui o estudo de macrofósseis e microfósseis, no qual os exemplares foram precedidos de preparação mecânica, e posteriormente identificados e classificados.

### 4 Afloramentos da Formação Brejo Santo

São compostos predominantemente por intercalações de camadas lutíticas, associadas às raras ocorrências de camadas areníticas e carbonática (calcarenito). Os lutitos são representados principalmente por argilitos e folhelhos avermelhados (*red beds*) maciços a laminados, além de siltitos esverdeados laminados com gretas de ressecamento. Em meio aos sedimentos lutíticos ocorrem evaporitos (lentes de calcita). Os afloramentos apresentam-se muito friáveis, intemperizados e com presença de vegetação (Figura 2).

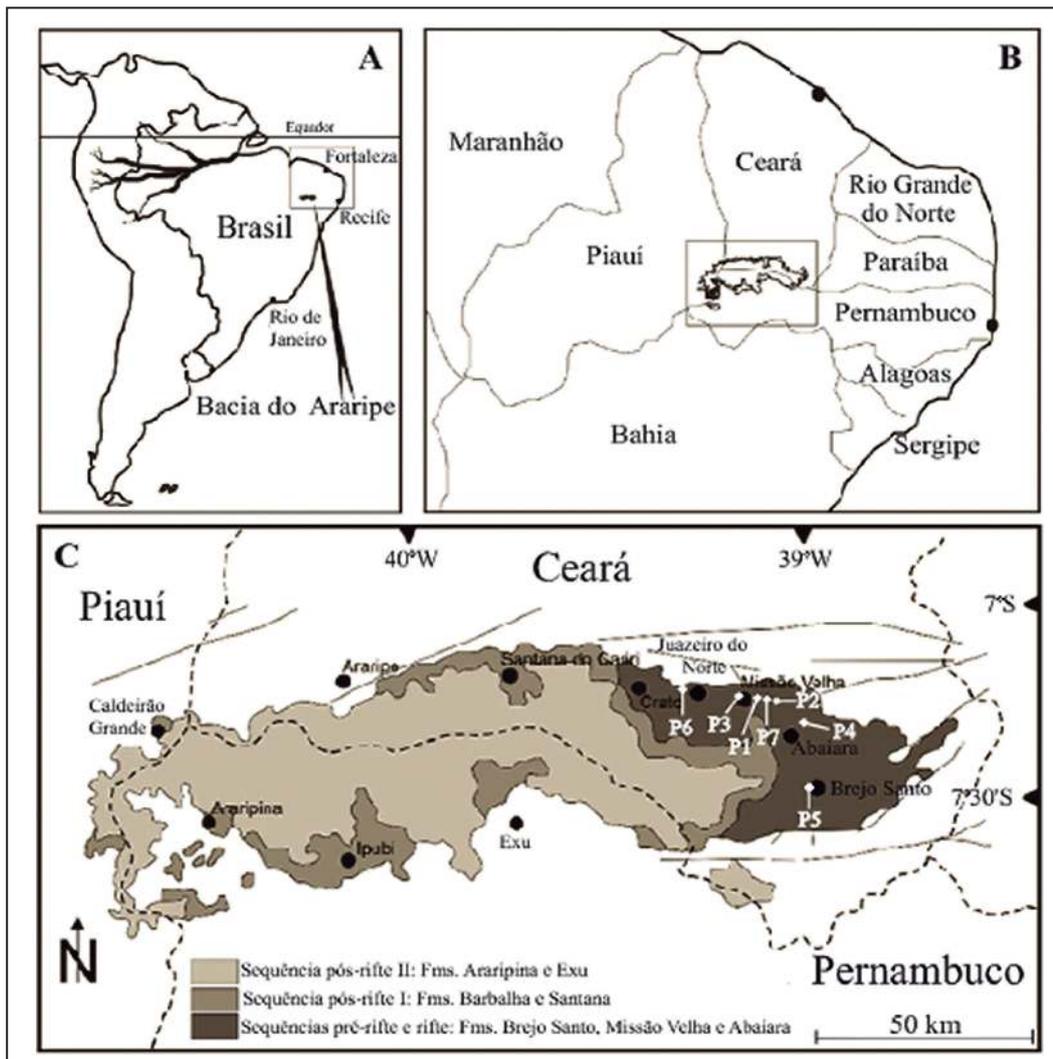


Figura 1  
A. Localização da Bacia do Araripe na América do Sul.  
B. Localização da Bacia do Araripe no interior do Nordeste do Brasil, presente nos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí.  
C. Localização dos sete afloramentos visitados (P1 a P7) da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe (modificado de Neumann & Cabrera, 1999).

**A Fauna da Formação Brejo Santo, Neojurássico da Bacia do Araripe, Brasil: Interpretações Paleoambientais**  
 Bruno Gonçalves Vieira de Melo & Ismar de Souza Carvalho

Afloramentos	Localização	Coordenadas	Conteúdo Fossilífero
P1	Município de Missão Velha - CE, CE-239, a 2 km do centro de Missão Velha	UTM: 0487137 S / 9198507 W Geográfica: 39°06'59" S / 7°15'03" W	<i>Mawsonia gigas</i> , <i>Lepidotes</i> sp., Crocodyliformes, Dinosauria, bivalvío, conchostráceos, ostracodes e icnofósseis.
P2	Município de Missão Velha - CE, CE-239, a 5 km do centro de Missão Velha	UTM: 0489233 S / 9197916 W Geográfica: 39°05'51" S / 7°15'23" W	<i>Mawsonia gigas</i> , <i>Lepidotes</i> sp., conchostráceos e ostracodes
P3	Município de Missão Velha - CE, estrada em direção à cachoeira de Missão Velha, a 2 km da cachoeira	UTM: 0485031 S / 9200530 W Geográfica: 39°08'08" S / 7°13'58" W	Ostracodes
P4	Município de Abaiara - CE, Ferrovia Transnordestina, a 500m da CE-239, próximo ao km 238	UTM: 0497256 S / 9192833 W Geográfica: 39°01'29" S / 7°18'08" W	Estéril
P5	Município de Brejo Santo - CE, Ferrovia Transnordestina, 1 km a NE do estádio de futebol	UTM: 0500079 S / 9171255 W Geográfica: 38°59'57" S / 7°29'51" W	<i>Mawsonia gigas</i> , <i>Lepidotes</i> sp., conchostráceos e ostracodes
P6	Município de Juazeiro do Norte - CE, estrada para o monumento do Padre Cícero, CE-060, a 4 km do centro de Juazeiro do Norte	UTM: 0466024 S / 9207044 W Geográfica: 39°18'28" S / 7°10'25" W	<i>Mawsonia gigas</i> , <i>Lepidotes</i> sp., gastrópode, conchostráceos e ostracodes
P7	Município de Missão Velha - CE, CE-239, a 4 km do centro de Missão Velha	UTM: 0488811 S / 9198205 W Geográfica: 39°06'05" S / 7°15'13" W	<i>Mawsonia gigas</i> , <i>Lepidotes</i> , gastrópode, conchostráceos, ostracodes e icnofósseis

Tabela 1 Descrição dos afloramentos incluindo localização, coordenadas e conteúdo fossilífero.

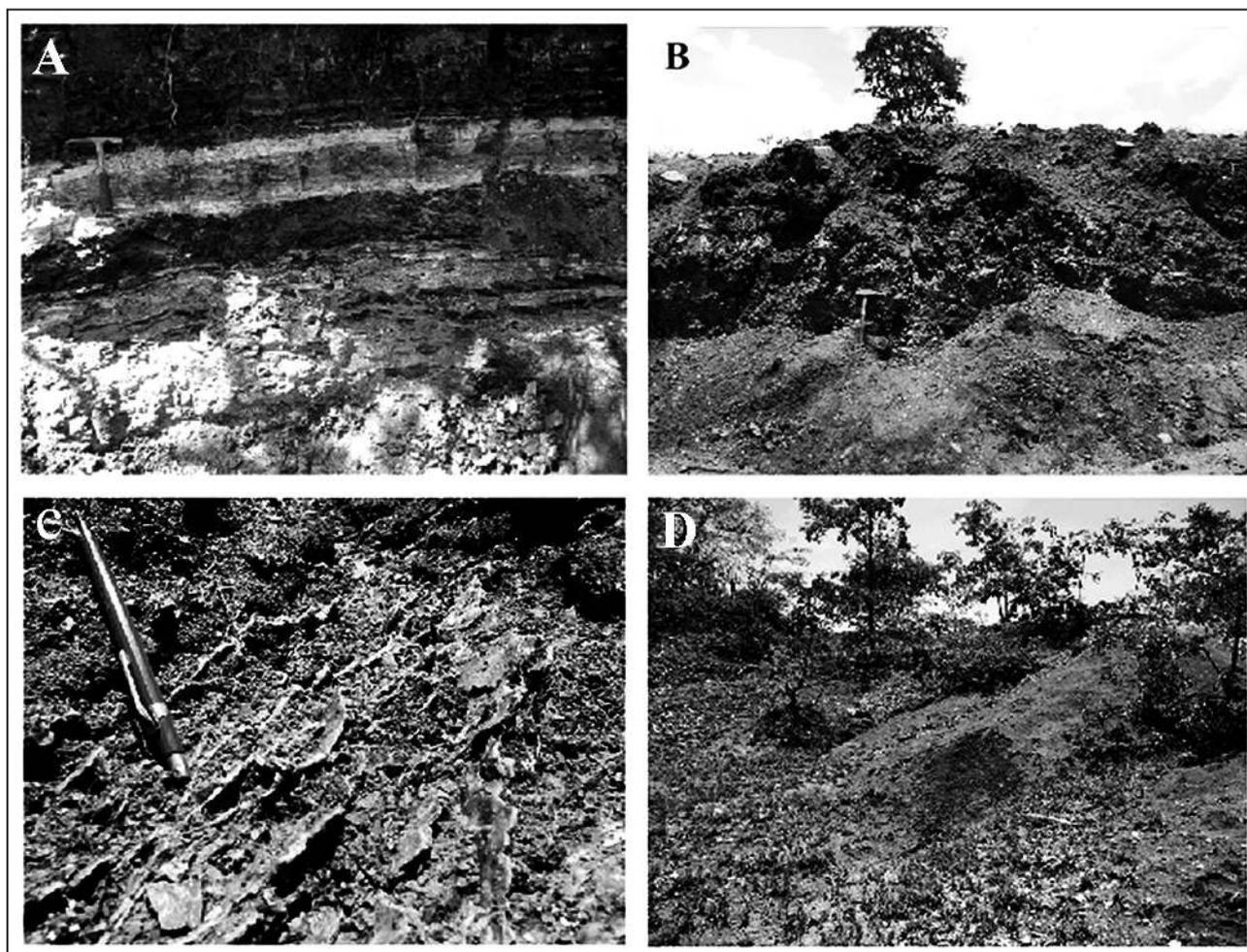


Figura 2 **A.** Intercalações de camadas lutíticas no Ponto 1. **B.** Imagem panorâmica do afloramento no Ponto 3. **C.** Lentes de calcita em folhelho no Ponto 5. **D.** Afloramento intemperizado e com vegetação no Ponto 7.

## 5 Conteúdo Paleontológico

### 5.1 *Mawsonia gigas*

O peixe do gênero *Mawsonia* é um Osteichthyes pertencente ao clado dos Sarcopterygii (Benton, 2005). Pertence ao grupo comumente chamado de celacantos. O gênero possui seis espécies descritas, quatro africanas e duas brasileiras, onde se destaca *Mawsonia gigas* Mawson & Woodward, 1907. O gênero tem distribuição do Neojurássico ao Eocretáceo (Carvalho & Maisey, 2008).

Durante as coletas de campo foram encontrados alguns fragmentos ósseos de *Mawsonia gigas*, que se apresentavam desarticulados. Possuíam até doze centímetros. Contudo, a maioria era de menor tamanho, medindo aproximadamente dois centímetros (Figura 3). Figura 3 Fragmento ósseo indeterminado de *Mawsonia gigas*, encontrado em afloramento da Formação Brejo Santo.

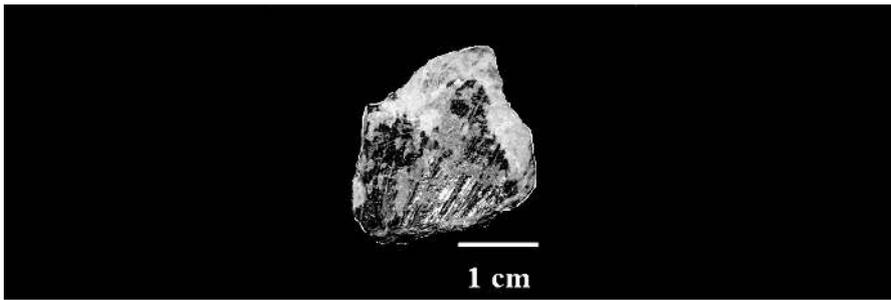


Figura 3 Fragmento ósseo indeterminado de *Mawsonia gigas*, encontrado em afloramento da Formação Brejo Santo.

### 5.2 *Lepidotes* sp.

Osteichthyes pertencente ao clado dos Actinopterygii (Benton, 2005), o peixe do gênero *Lepidotes* é um Semionotiformes da família Semionotidae, que tem atualmente mais de cento e cinquenta espécies atribuídas a ele (Forey *et al.*, 2011). No Brasil é encontrado com muita frequência nas bacias sedimentares do Nordeste com distribuição do Neojurássico ao Eocretáceo (Silva, 2012).

Durante a análise micropaleontológica foram encontrados fragmentos ósseos isolados e escamas ganóides (Figura 4) associadas à *Lepidotes*, além de vários dentes (Figura 5). Devido às incertezas, e por não ter sido encontrado um fóssil completo e articulado, não foi atribuído a qual espécie pertence os materiais encontrados.

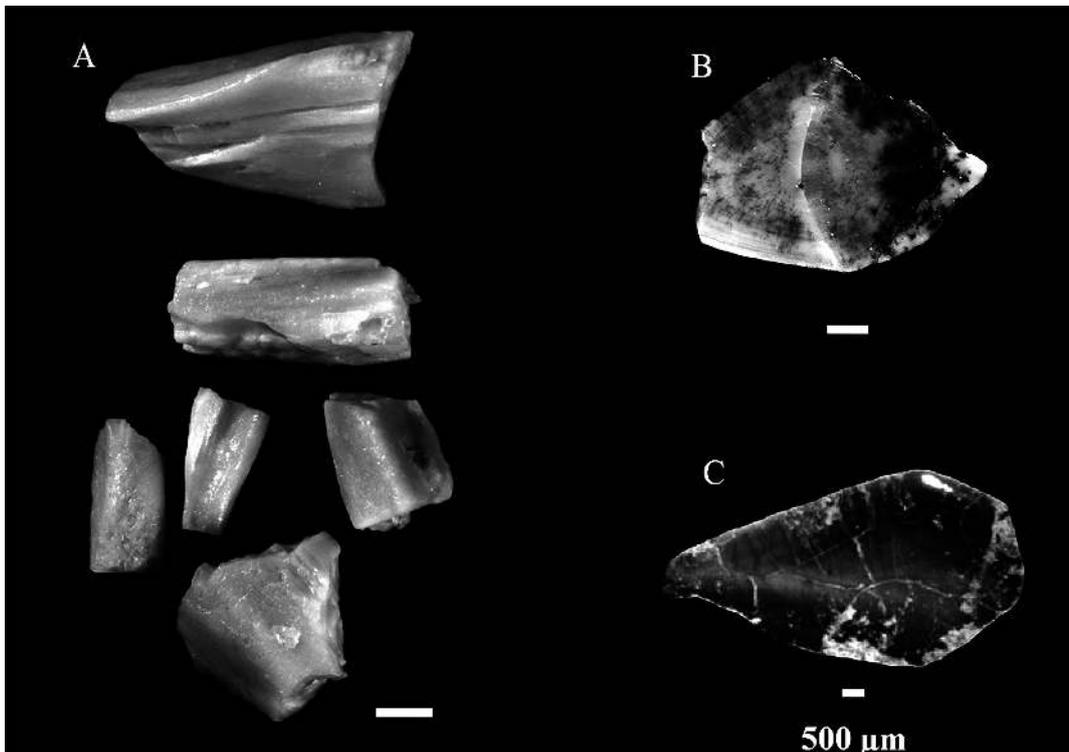


Figura 4  
A. Fragmentos ósseos de *Lepidotes* sp.  
B. Escama ganóide de *Lepidotes*.  
C. Escama ganóide de *Lepidotes*.  
Provenientes dos afloramentos da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe.

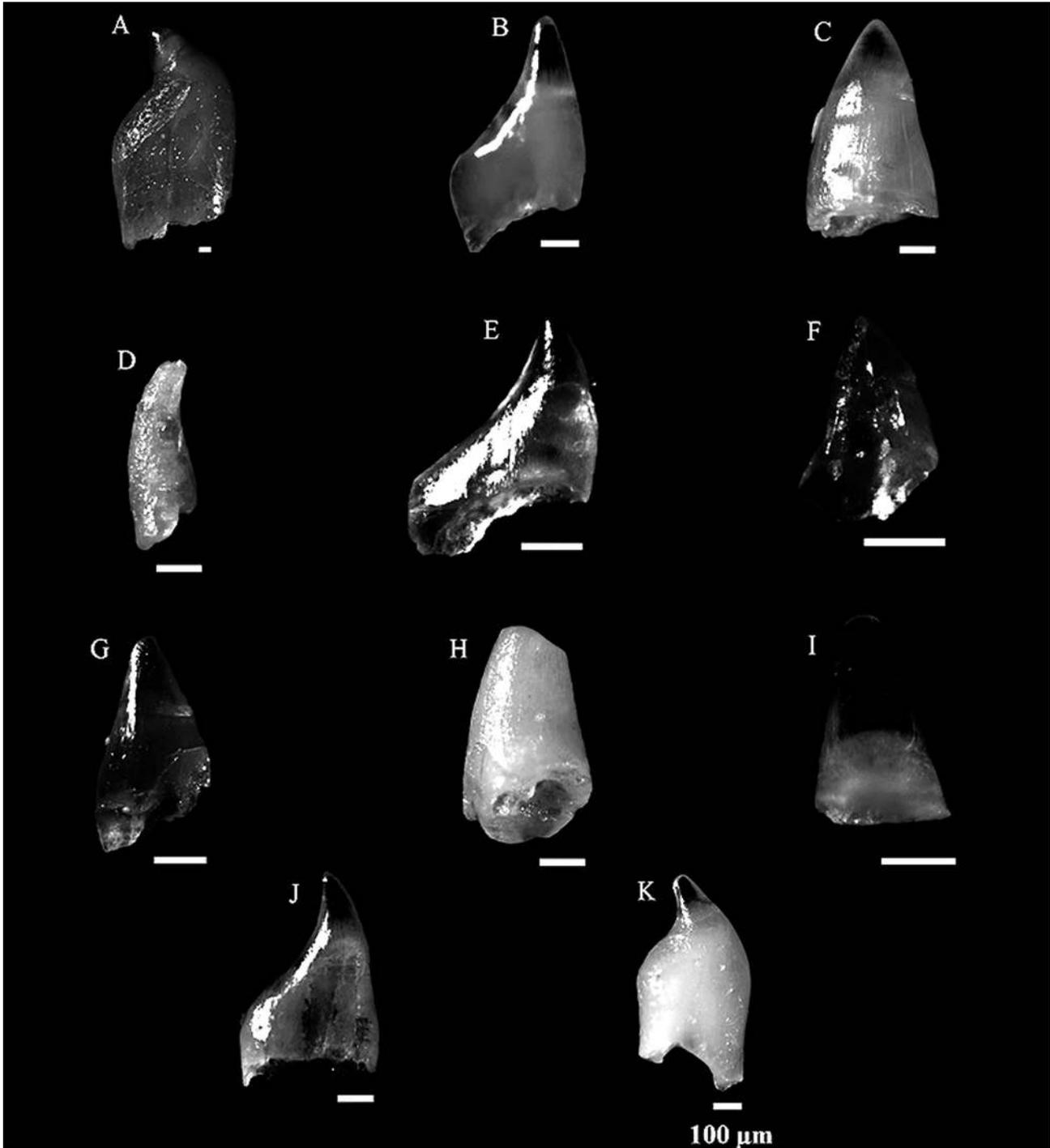


Figura 5 Dentes de *Lepidotes* sp. Provenientes dos afloramentos da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe.

### 5.3 Crocodyliformes

Os arcossauros foram os mais diversificados amniotas entre o Mesotriássico e o Neocretáceo, e incluem crocodilos, dinossauros e pterossauros. Na ordem dos Crocodylia, os arcossauros são classificados segundo Benton & Clark (1988) em: Eusuchia, Neosuchia, Metasuchia e Protosuchia. Foi criado um termo para incluir os Eusuchia, Neosuchia

e Metasuchia, denominado de Mesoeucrocodylia, que ocorrem desde o Neojurássico ao Eocretáceo.

Foram identificados três dentes isolados de Crocodyliformes, de tamanhos centimétricos (Figura 6), associados às camadas areníticas do afloramento do Ponto 1. Devido ao fato de não ter ocorrido nenhum outro fragmento de crocodilo, e com a classificação sendo realizada apenas com relação

aos dentes, não foi possível concluir a qual gênero e espécie pertencem, apesar de se assemelharem muito com dentes do gênero *Goniopholis*. Portanto, o grupo mais refinado que se pode chegar com certeza é *Mesoeucrocodylia* indeterminado.

#### 5.4 Dinosauria

Não há registro de Dinosauria para o Jurássico brasileiro, com exceção de pegadas fósseis da Bacia Sanfranciscana.

Durante o trabalho de campo foi encontrado um corpo vertebral preservado por mineralização, com aproximadamente três centímetros (Figura 7), apresentando-se fragmentado em sua porção dorsal, ocorrendo em nível argiloso do afloramento do Ponto 1. Associado encontra-se possivelmente um

fragmento de costela. A classificação deste material se restringe a Dinosauria indeterminado e representa o primeiro registro osteológico destes répteis no Brasil durante o Jurássico.

#### 5.5 Mollusca

Durante a análise micropaleontológica foram encontrados dois moluscos, os primeiros para o Jurássico brasileiro, não citados ainda em nenhuma das formações correlatas à Formação Brejo Santo. Estão presentes um bivalvío, cuja concha está fragmentada, impossibilitando a visualização de sua morfologia por completo e a consequente classificação. Há também um gastrópode, em escala de micrométrica (Figura 8), o qual também não possibilitou uma identificação a nível taxonômico mais detalhado.

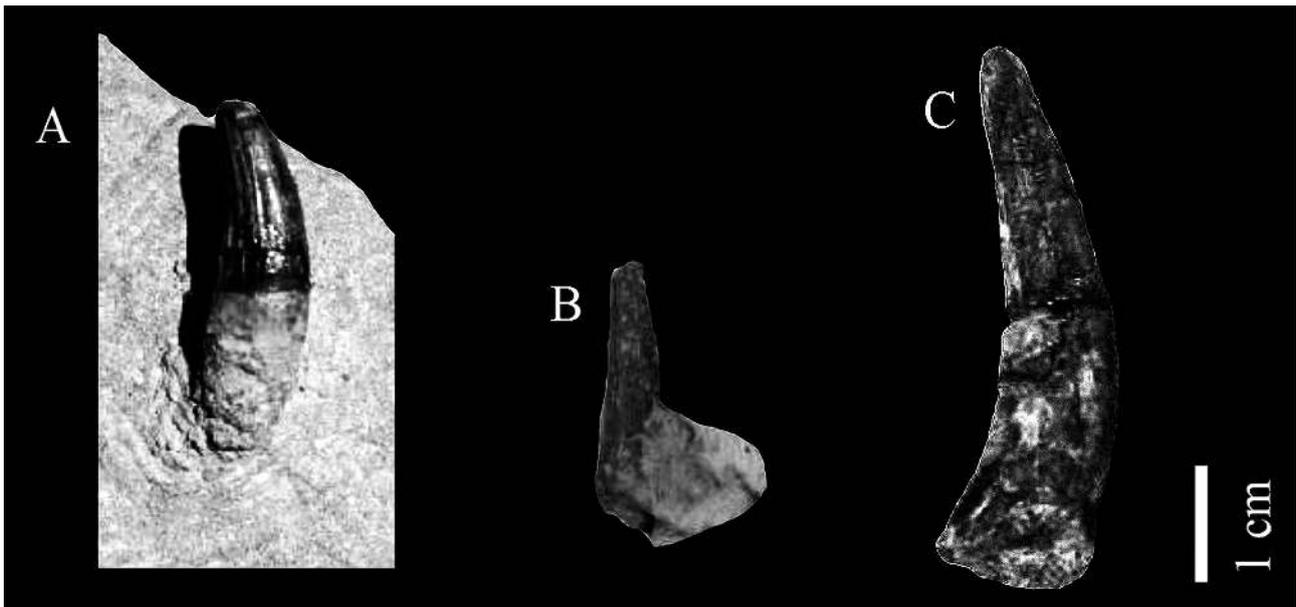


Figura 6 Dentes de *Mesoeucrocodylia* indeterminado da Formação Brejo Santo.

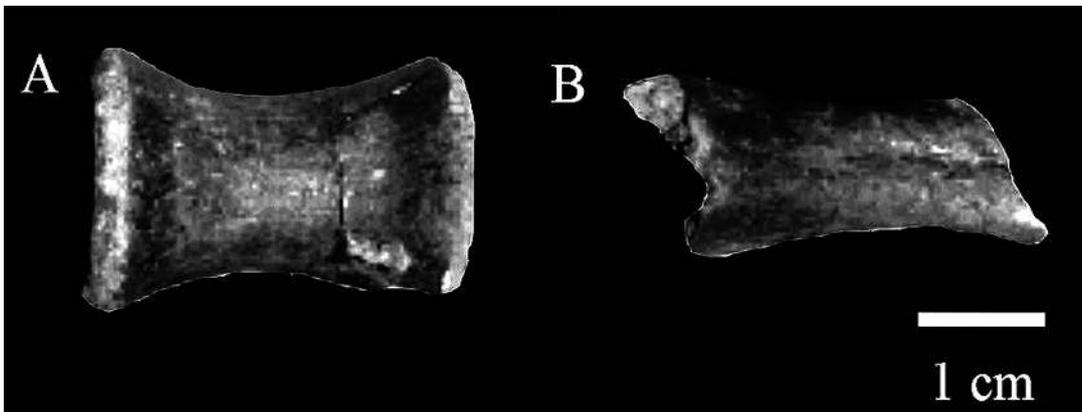


Figura 7  
Dinosauria  
indeterminado  
proveniente do  
município de  
Missão Velha -  
CE, CE-239, a 2  
km do centro de  
Missão Velha.  
A. Corpo  
vertebral.  
B. Possível  
fragmento de  
costela.

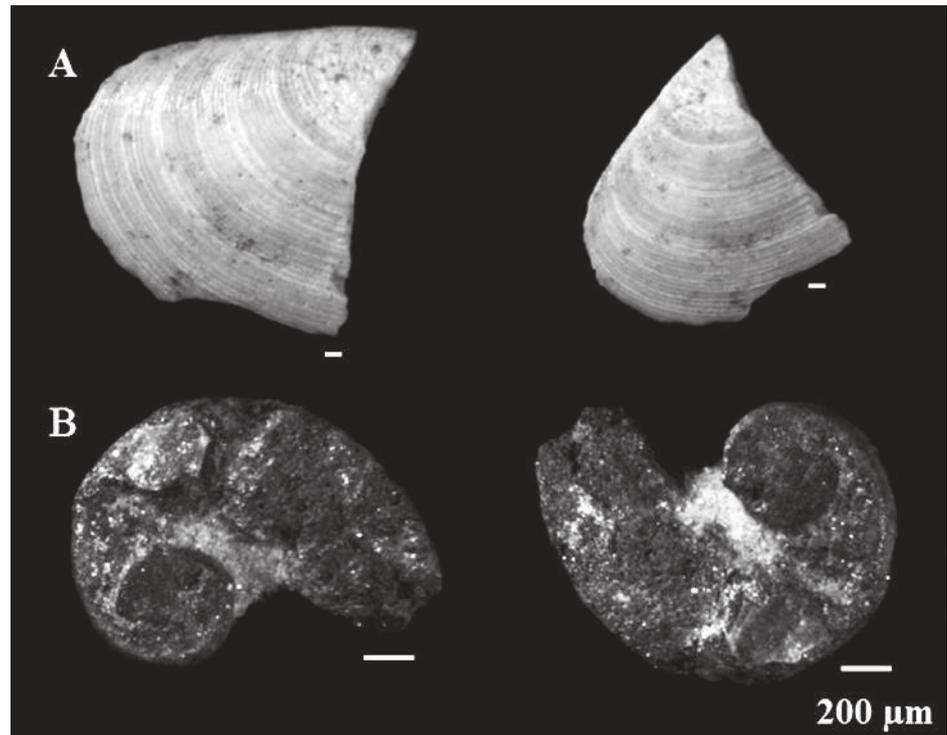


Figura 8 Moluscos da Formação Brejo Santo.  
A. Concha quebrada de Bivalvia indeterminado.  
B. Gastropoda indeterminado.

### 5.6 Conchostraca

Há conchostráceos em abundância nos siltitos, argilitos e folhelhos. Representam aproximadamente de 10% a 30% dos bioclastos. Esse fato se deve muito provavelmente a característica desses organismos de resistirem ao momento de secagem do corpo aquoso, vivendo em pequenas lâminas d'água, refletindo sua presença marcante em depósitos mais finos, e sua pouca presença em relação aos ostracodes

nos depósitos areníticos e carbonático. A espécie identificada foi *Cyzicus pricei* (Cardoso, 1966), e está ilustrada na Figura 9.

### 5.7 Ostracoda

No Neojurássico-Eocretáceo, apenas duas ordens são presentes, a dos Myodocopida e a dos Podocopida, que compreendem a maioria das

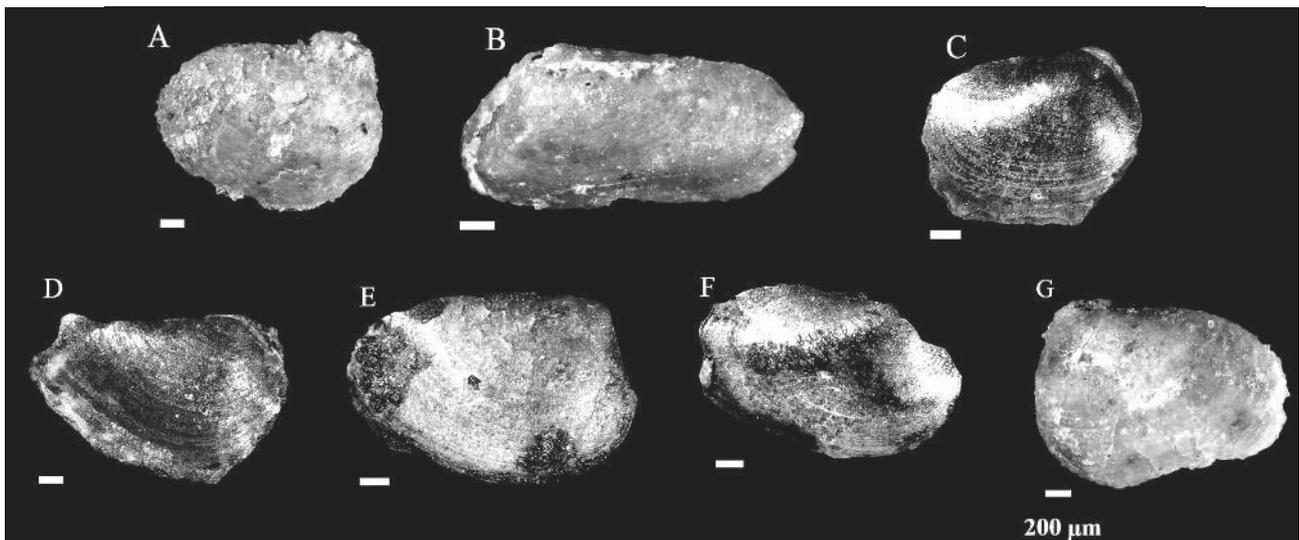


Figura 9 A-G. Conchostráceos da espécie *Cyzicus pricei*, os quais são comumente encontrados em afloramentos da Formação Brejo Santo.

formas descritas nesse intervalo. Esta ordem inclui a subordem Podocopina, que reúne os gêneros de ostracodes encontrados nos afloramentos do Jurássico (Formação Brejo Santo) da Bacia do Araripe, pertencentes a três superfamílias: Darwinulacea, Cytheracea e Cypridacea.

Foi feita a classificação desses organismos a partir de Krömmelbein & Weber (1971), Moura (1972), Silva (1978), Regali & Viana (1989), Dépêche *et al.* (1990), Srivastava & Cavalcante (2001), Coimbra *et al.* (2002), Andreu *et al.* (2003), Armstrong & Brasier (2005), Hessel *et al.* (2006), Barros *et al.* (2011) e Poropat & Colin (2012), tendo sido identificada uma ostracofauna representada por nove espécies (Figuras 10 e 11). Pertencentes à superfamília Darwinulacea, as espécies *Darwinula cf. oblonga* (Roemer, 1839); *Darwinula leguminella* Jones, 1885 e *Darwinula sp.* (Dépêche *et al.*, 1990). À superfamília Cytheracea, *Looneylopsis sp.* Krömmelbein & Weber, 1971; *Theriosynoecum pricei* (Pinto & Sanguinetti, 1958); *Theriosynoecum uninodosa* (Pinto & Sanguinetti, 1958); *Theriosynoecum miritiensis* Krömmelbein & Weber, 1971 e *Theriosynoecum quadrinodosum* Krömmelbein & Weber, 1971. E à superfamília Cypridacea, *Reconcavona ? incerta* Krömmelbein & Weber, 1971.

Todas as espécies, exceto *Darwinula sp.*, compõem a ostracofauna da Biozona NRT-001. Dessa forma, a partir da identificação dos organismos da ostracofauna, é possível afirmar que os depósitos analisados fazem parte do andar local Dom João (Neojurássico), mais especificamente Tithoniano, corroborando os dados de Barros (2010).

Foi feita também uma análise semi-quantitativa dos ostracodes, onde 0 é ausente, 1 é muito raro (1-50 ostracodes), 2 é raro (51-100 ostracodes), 3 é comum (101-500 ostracodes), 4 é abundante (501-1000 ostracodes) e 5 é muito abundante (1001-2080 ostracodes), para um peso de 50 g de cada amostra. Como resultado, concluiu-se que a superfamília dos darwinuláceos é a mais numerosa (abundante e muito abundante), a superfamília dos citeráceos é a mais diversificada, e ocorre uma única espécie de cipridáceo, apresentando-se predominantemente de forma muito rara, mas podendo ser comum. A espécie mais rara é *Theriosynoecum miritiensis*, seguida de *Looneylopsis sp.*, e a mais abundante é *Darwinula cf. oblonga*, seguida da espécie *Darwinula leguminella*. Dentre as espécies da superfamília dos citeráceos, *Theriosynoecum pricei* é a mais abundante.

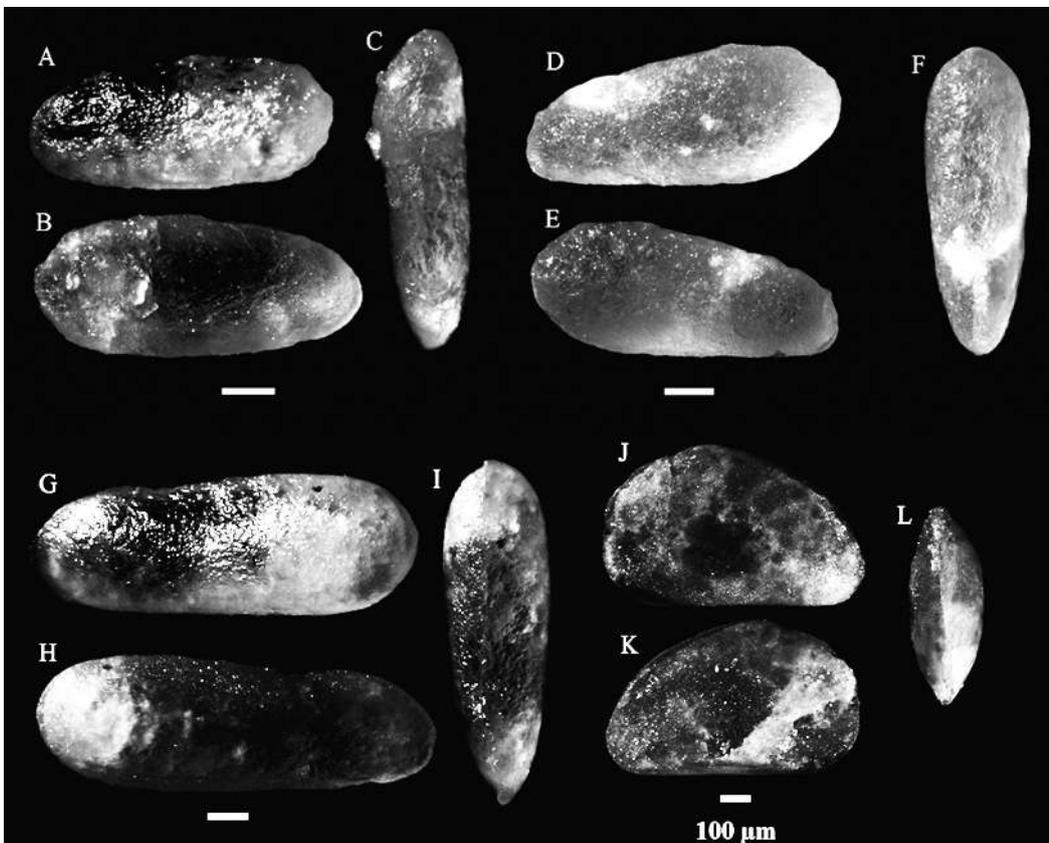


Figura 10  
A-C. *Darwinula leguminella*.  
A. vista da valva direita.  
B. vista da valva esquerda.  
C. vista dorsal.  
D-F. *Darwinula cf. oblonga*.  
D. vista da valva direita.  
E. vista da valva esquerda.  
F. vista dorsal.  
G-I. *Darwinula sp.*  
G. vista da valva direita.  
H. vista da valva esquerda.  
I. vista dorsal.  
J-L. *Reconcavona ? incerta*.  
J. vista da valva direita.  
K. vista da valva esquerda.  
L. vista dorsal.

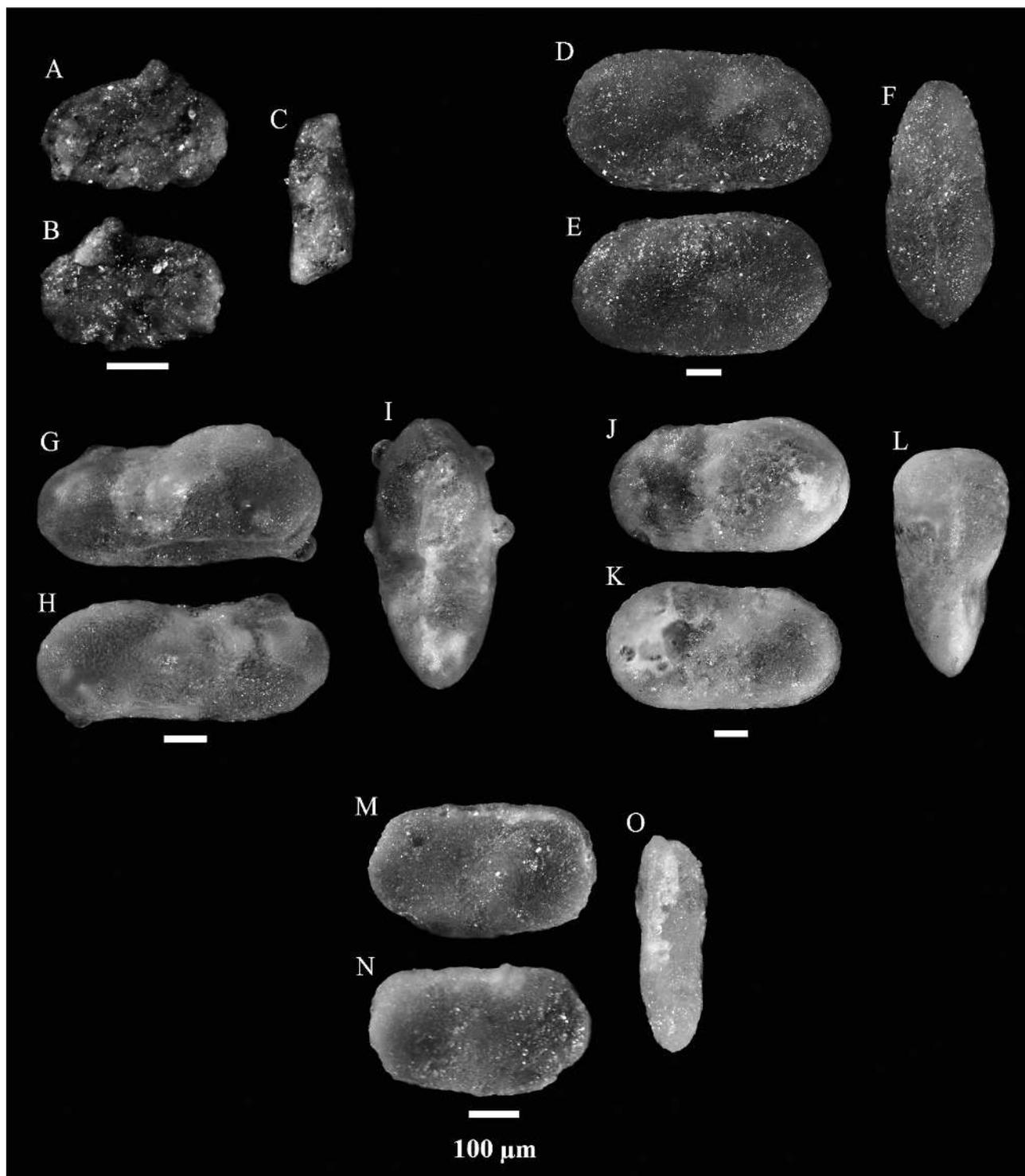


Figura 11 A-C. *Theriosynoecum miritiensis*. A. vista da valva direita. B. vista da valva esquerda. C. vista dorsal. D-F. *Theriosynoecum pricei*. D. vista da valva direita. E. vista da valva esquerda. F. vista dorsal. G-I. *Theriosynoecum quadrinodosum*. G. vista da valva direita. H. vista da valva esquerda. I. vista dorsal. J-L. *Theriosynoecum uninodosa*. J. vista da valva direita. K. vista da valva esquerda. L. vista dorsal. M-O. *Looneyelopsis* sp.. M. vista da valva direita. N. vista da valva esquerda. O. vista dorsal.

## 5.8 Icnofósseis

Os icnofósseis de invertebrados identificados em campo são escavações tubulares (bioturbação) atribuídas a invertebrados, que ocorreram em um momento de estabilidade do substrato sedimentar. Estão associados a sedimentos finos, como nos siltitos da Figura 12.

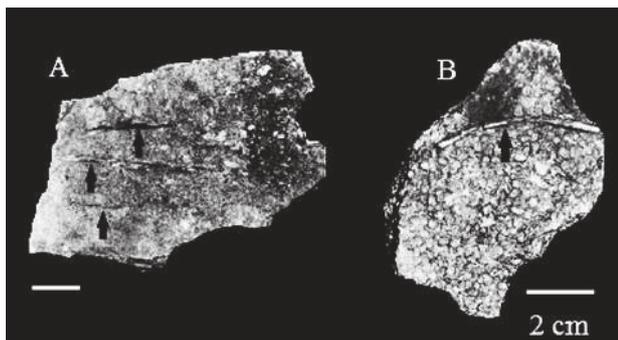


Figura 12 Icnofósseis da Formação Brejo Santo. A. Três bioturbações em paralelo. B. Bioturbação associada à conchostráceos.

## 6 Interpretações Paleoambientais para a Formação Brejo Santo

Os afloramentos pertencentes à Formação Brejo Santo são compostos por um conjunto de rochas predominantemente lutíticas, formadas essencialmente por argilitos e folhelhos avermelhados e siltitos esverdeados, além de calcarenito e finas camadas de arenito. A presença de camadas vermelhas (*red beds*) indica que a sedimentação foi caracterizada por condições oxidantes, como mencionado por Assine (1992). A identificação de níveis de carbonato permite concluir que as condições climáticas eram de clima árido a semi-árido, o que propiciava altas taxas de evaporação dos corpos d'água onde ocorria o processo de sedimentação.

Considerando a proposta de Scherer *et al.* (2014), interpreta-se que o predomínio de camadas lutíticas evidencia a deposição em corpos d'água rasos, devido às condições oxidantes, de áreas alagadas intermitentes da planície de inundação, em clima árido a semi-árido sujeito a alta evaporação (presença de gretas de ressecamento), associados a momentos esporádicos de inundação fluvial, representado pelas camadas areníticas.

A associação fossilífera presente na Formação Brejo Santo é indicativa de aspectos ambientais

específicos. Os ossos isolados de *Mawsonia gigas* que são desarticulados e fragmentados, as escamas e dentes isolados de *Lepidotes*, associados à ausência de ossos articulados, indicam que os organismos sofreram remobilização antes do soterramento final. Quanto aos répteis, ocorrem dentes isolados de crocodilos associados possivelmente a incursões fluviais. Os dinossauros, por sua vez, dominaram o ambiente terrestre durante o Jurássico e o fóssil encontrado é o primeiro registro osteológico destes répteis no Brasil, durante o Jurássico.

As sucessões sedimentares estudadas apresentam camadas muito enriquecidas de restos esqueléticos de vertebrados - os *bone beds*. Devido à pequena representatividade de camadas referentes às incursões fluviais e a ocorrência significativa dos restos esqueléticos de vertebrados nas camadas lutíticas, interpreta-se, que os organismos teriam sido provavelmente desarticulados e remobilizados dentro do próprio corpo aquoso pertencente à área continental alagada.

Quanto aos moluscos, os gastrópodes são em sua maioria bentônicos e ocupam substratos duros ou não consolidados, de natureza variada. A concha pode assumir formas variadas, mas a identificada neste trabalho é espiralada. Já em relação ao bivalvío, também bentônico, não se pode atribuir muitas informações porque sua concha apresentava-se quebrada. Estes moluscos constituem os primeiros registros para a Formação Brejo Santo, bem como para o Jurássico no Brasil.

Os conchostráceos são indicativos de ambientes aquáticos temporários, rasos (poucos centímetros) e de pequena área, originados em momentos de estiagem, com preferência por águas temperadas ou quentes, pH alcalino (entre 7 e 9), em clima árido a semi-árido. Nadavam sobre o fundo ou rastejavam, alimentando-se da matéria orgânica em suspensão (Carvalho, 1993). São mais frequentes nas camadas lutíticas por viverem em pequenas lâminas d'água e resistirem ao momento de secagem do corpo aquoso.

Com relação aos ostracodes, pode-se assegurar que todas as espécies identificadas são não-marinhas, confirmando sedimentação continental. O domínio dos citeráceos e darwinuláceos, ocorrendo uma única espécie de cipridáceo, sugere que durante o tempo de deposição as águas tinham salinidade

mais alta do que os ambientes dulcícolas (Hessel *et al.*, 2006). Quanto aos icnofósseis, anelídeos, platelmintos, isópodes, ostracodes, bivalvíos e gastrópodes seriam os potenciais produtores das escavações, como atividade de reptação (Carvalho & Fernandes, 2004) em um momento de baixa energia e estabilidade do substrato.

Por último, a ocorrência de rocha carbonática, calcita e diversidade de espécies de ostracodes mixohalinos (citeráceos), sugerem que as áreas alagadas eram caracterizadas por águas salobras (salinidade entre 1 e 24,7 ‰). Um pH alcalino é atestado pela presença de conchostráceos.

## 7 Conclusões

A fauna do Neojurássico da Bacia do Araripe (Formação Brejo Santo) esteve presente num contexto de ambiente fluvial, desenvolvido em planície aluvial distal, caracterizada pela presença de áreas alagadas da planície de inundação, com momentos de inundação por canais fluviais, nos quais os níveis desses corpos d'água sofriam variações bruscas, com períodos de exposição subaérea.

O predomínio da presença de camadas vermelhas (*red beds*), indica que a sedimentação foi caracterizada por condições oxidantes, em clima árido a semi-árido, devido à presença de evaporitos em meio aos sedimentos lutíticos, caracterizando corpos d'água com altas taxas de evaporação, tornando-os efêmeros.

A diversidade de ostracodes da superfamília citerácea e a presença de calcita, carbonato e conchostráceos sugerem que os corpos d'água eram salobros, com águas temperadas ou quentes e provável pH alcalino. Além disso, eram rasos devido às condições oxidantes a época de deposição e pela presença marcante de conchostráceos. A identificação das nove espécies de ostracodes que compõem a ostracofauna permite concluir que os depósitos da Formação Brejo Santo pertencem ao andar local Dom João (Biozona NRT-001 da Petrobras) - Neojurássico.

## 8 Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e FAPERJ pelo suporte financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa. A Francisco Idalécio de Freitas, José Artur Andrade e José Xavier-Netto, pelo apoio durante as atividades de campo. A Aristóteles de Moraes Rios-Netto e Cláudia Guterres Vilela, pelo suporte durante as análises em laboratório. *Mirandiba e Araripe*). Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção

Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, 75p. Gasparry, J. & Anjos, N.F. . 1964. *Estudo hidrológico de Juazeiro do Norte, Ceará*. Recife, SUDENE/DRN 25p. (Série hidrogeologia 3). *stratigrafia dos sedimentos da parte interior da Região Nordeste do Brasil (bacias de Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe)*. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, 75p. Gasparry, J. & Anjos, N.F. . 1964. *Estudo hidrológico de Juazeiro do Norte, Ceará*. Recife, SUDENE/DRN 25p. (Série hidrogeologia 3).

## 9 Referências

- Almeida, F.F.M. 1967. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. *Boletim Divisão Geologia e Mineralogia/DNPM*, 241: 1-36.
- Andreu, B.; Colin, J. P.; Haddauni, H. & Charrière, A. 2003. Les Ostracodes des "Couches Rouges" du synclinal d' Ait Attab, Haut-Atlas Central, Maroc: systématique, biostratigraphie, paléocologie, paléobiogéographie. *Revue de Micropaléontologie*, 46(4): 193-216.
- Arai, M.; Hashimoto, A.T. & Uesugui, N. 1989. Significado cronoestratigráfico da associação microfiorística do Cretáceo Inferior do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 3(1/2): 87-103.
- Armstrong, H.A. & Brasier, M.D. 2005. Ostracods. In: ARMSTRONG, H.A. & BRASIER, M.D. (eds.). *Microfossils*. Blackwell Publishing, p. 219-248.
- Assine, M.L. 1992. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 22(3): 289-300.
- Assine, M.L. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2): 371-389.
- Barros, C.L. 2010. *Ostracodes da Formação Brejo Santo (Neojurássico), Sub-Bacia Leste do Araripe, Nordeste do Brasil: Implicações Bioestratigráficas*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 100p.
- Barros, C.L.; Fambriani, G.L.; Galm, P.C. & Agostinho S. 2011. Ostracodes da Formação Brejo Santo (Neojurássico?). Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: implicações paleoambientais e sistemática paleontológica. *Estudos Geológicos (UFPE)*, 21(1): 105-122.
- Benton, M.J. 2005. *Vertebrate Paleontology*. 3ª Ed. London, Blackwell Publishing Ltd. 472p.
- Benton, M.J. & Clark, J. 1988. Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia. In: BENTON, M. J. (ed.). *The phylogeny and classification of the tetrapods*. Amphibians, Reptiles, Birds. Clarendon Press, v. 1, Oxford, p. 295-338.
- Braun, O.P.G. 1966. *Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da Região Nordeste do Brasil (bacias de Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe)*. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Produção Mineral. Divisão de Geologia e Mineralogia, 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, 1, Crato, 1990. Ceará, DNPM, p. 21-33.
- Cardoso, R.N. 1966. Conchostráceos do Grupo Bahia. *Boletim do Instituto de Geologia. Universidade Federal de Ouro Preto*, 1(2): 43-89.
- Carvalho, I.S. 1993. *Os conchostráceos fósseis das Bacias Interiores do Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 319p.
- Carvalho, I.S. & Fernandes, A.C.S. 2004. Icnofósseis. In: CARVALHO, I.S. (ed.). *Paleontologia*. Editora Interciência, p. 143-169.
- Carvalho, I.S. & Melo, J.H.G. 2012. Bacias Interiores do Nordeste. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M. & BARTORELLI, A. (eds.). *Geologia do Brasil*. Editora Beca, p. 502-509.
- Carvalho, M.S.S. & Maisey, J. G. 2008. New occurrence of Mawsonia (Sarcopterygii: Actinistia) from the Early Cretaceous of the Sanfranciscana Basin, Minas Gerais, southeastern Brazil. In:

- CAVIN, L.; LONGBOTTOM, A. & RICHTER, M. (eds.). *Fishes and the Break-up of Pangea*. Geological Society, London, Special Publications, p. 109-144.
- Coimbra, J.C.; Arai, M. & Carreño, A.L. 2002. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe basin, northeastern Brazil. *Geobios*, Paris, 35(6): 687-698.
- Dépêche, F.; Berthou, P. Y. & Campos, D.A. 1990. Quelques observations sur les faunes d'ostracodes du Crétacé du Bassin d'Araripe (NE du Brésil). In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, *Anais*, Crato, DNPM, p. 293-308.
- Fambrini, G.L.; Neumann, V.H.M.L.; Lemos, D.R.; Araújo, J.T.; Lima-Filho, M.F. & Tesser Jr., S. 2010a. Facies and architectural elements of Missão Velha Formation (Upper Jurassic-Eocretaceous), Araripe Basin, Northeastern Brazil. In: INTERNATIONAL SEDIMENTOLOGICAL CONGRESS, 18, Mendoza, 2010. IAS/PETROBRAS, Mendoza, v. único, 332.
- Fambrini, G.L.; Neumann, V.H.M.L.; Lemos, D.R.; Araújo, J.T.; Lima-Filho, M.F. & Tesser Jr., S. 2010b. Stratigraphy and sedimentology of Rift Initiation to Rift Climax stages of the Araripe Basin, Northeastern Brazil: new considerations. In: INTERNATIONAL SEDIMENTOLOGICAL CONGRESS, 18, Mendoza, 2010. IAS/PETROBRAS, Mendoza, v. único, p. 104.
- Fambrini, G.L.; Lemos, D.R.; Tesser Jr., S.; Araújo J.T.; Silva Filho, W.F.; Souza B.Y.C. & Neumann V.H.M. L. 2011. Estratigrafia, Arquitetura Depositional e Faciologia da Formação Missão Velha (Neojurássico-Eocretáceo) na Área-Tipo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: Exemplo de Sedimentação de Estágio de Início de Rife a Climax de Rife. *Geologia USP (Série Científica)*, 11(2): 55-87.
- Fambrini, G.L.; Neumann, V.H.M.L.; Barros, C.L.; Agostinho, S.M.; Galm, P.C.; Araújo, J.T. & Menezes-Filho, J.A.B. 2012. Análise de fácies da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: implicações paleodeposicionais. *Estudos Geológicos (UFPE)*, 22(1): 131-155.
- Fambrini, G.L.; Neumann, V.H.M.L.; Barros, C.L.; Agostinho, S.M., Galm, P.C.; Araújo, J.T. & Menezes-Filho, J.A.B. 2013. Análise estratigráfica da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: implicações paleogeográficas. *Geologia USP (Série Científica)*, 13(4): 3-28.
- Fambrini, G.L.; Neumann, V.H.M.L.; Silva-Filho, W.F.; Valença, L.M.M.; Lima-Filho, M.F.; Barbosa, J.A.; Tesser Jr., S. & Souza, B.Y.C. 2007. Sistemas lacustres da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: resposta à subsidência e tectônica de bacias rife. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 22, Natal, 2007. SBG, Natal, v. único, p. 101.
- Fambrini, G.L.; Neumann, V.H.M.L.; Silva-Filho, W.F.; Tesser Jr., S.; Valença, L.M.M.; Lima-Filho, M.F.; Araújo, J.T.; Souza, B.Y.C. & Lemos, D.R. 2008. Eventos de subsidência e instalação de sistemas lacustres na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Curitiba, 2008. SBG, Curitiba, v. único, p. 118.
- Forey, P.L.; López-Arbarello, A. & Macleod, N. 2011. A new Species of Lepidotes (Actinopterygii: Semionotiformes) from the Cenomanian (Upper Cretaceous) of Morocco. *Paleontologia Electronica*, 14(1-7A): 1-12.os, N.F. . 1964. *Estudo hidrológico de Juazeiro do Norte, Ceará*. Recife, SUDENE/DRN 25p. (Série hidrogeologia 3).
- Ghignone J.I.; Couto E.A. & Assine M.L. 1986. Estratigrafia e estrutura das bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, *Anais*. Goiânia, SBG, v. 1, p. 271-285.
- Hessel, M.H.; Tome, M.E. & Moura, C.R. 2006. Ostracodes mesozóicos das bacias do interior do Nordeste brasileiro: o estado da arte. *Revista de Geologia*, 19(2): 187-206.
- Jones, T. R. 1885. On the Ostracoda of the Purbeck Formation; with notes on the Wealden species. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 41: 311-53.
- Krömmelbein, K. & Weber, R. 1971. Ostrakoden des "Nordost-Brasilianischen Wealden". *Geologisches Jahrbuch*, 115: 1-93.
- Kuchle, J.; Scherer, C.M.S.; Born, C.C.; Alvarenga, R.S. & Adegas, F.A. 2011. A contribution to regional stratigraphic correlations of the Afro-Brazilian depression - The Dom João Stage (Brotas Group and equivalent units - Late Jurassic) in Northeastern Brazilian sedimentary basins. *Journal of South American Earth Sciences*, 31(4): 358-371.
- Matos, R.M.D. 1992. The Northeast Brazilian Rift System. *Tectonics*, 11(4): 766-791.
- Mawson, J. & Woodward, A.S. 1907. On the cretaceous formation of Bahia (Brazil) and on vertebrate fossils collected therein. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 63: 128-139.
- Mounguengui, M.M.; Lang, J. & Guiraud, M. 2008. Sedimentary dynamics and extensional structuring related to early Cretaceous rifting of Neocomian and Barremian deposits of the interior Basin of Gabon. *Journal of African Earth Sciences*, 51: 239-256.
- Moura, J.A. 1972. Algumas espécies e subespécies novas de ostracodes da Bacia Recôncavo/Tucano. *Boletim técnico da Petrobrás*, 15(3): 245-263.
- Neumann, V.H.M.L. & 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 BRASILEIRO E SIMPÓSIO SOBRE EL CRETÁCICO DE AMÉRICA DEL SUR, 5, Serra negra, 1999. *Boletim*, UNESP, p. 279-285.
- Pinto, I.D. & Sanguinetti, Y.T. 1958. *Bisulcocypris*: a new Mesozoic genus and preliminary notes about its relation with *Metacypris* and allied forms. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 7: 75-90.
- Ponte, F.C. & Appi, C.J. 1990. Proposta de Revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. SBG, v.1, p. 211-226.
- Ponte, F.C. & Ponte Filho, F.C. 1996. *Estrutura geológica e evolução tectônica da Bacia do Araripe*. Recife: DNPM/DMME (Pernambuco e Ceará). 68p.
- Poropat, S.F. & Colin, J.P. 2012. Early Cretaceous ostracod biostratigraphy of eastern Brazil and western África: An overview. *Gondwana Research*, 22: 1-24.
- Regali, M.S.P. & Viana, C.F. 1989. *Sedimentos do Neojurássico - Eocretáceo do Brasil: idade e correlação com a Escala Internacional*. PETROBRAS/CENPES, 95p.
- Roemer, F.A. 1839. *Die Versteinerungen des Norddeutschen Oolithengebirges*. Nachtrag, 1-59, Hannover.
- Scherer, C.M.S.; Jardim de Sá, E.F.; Córdoba, V.C.; Sousa, D.C.; Aquino, M.M. & Cardoso, F.M.C. 2014. Tectono-stratigraphic evolution of the Upper Jurassic–Neocomian rift succession, Araripe Basin, Northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 49: 106-122.
- Schobbenhaus, C. & Campos, D.A. 1984. A evolução da Plataforma Sul-Americana no Brasil e suas principais concentrações minerais. In: SCHOBHENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R. & ASMUS, H.E. (coord.). *Geologia do Brasil - Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da sua área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1: 2.500.000*. Brasília, MME/DNPM, p. 9-53.
- Silva, D.M. 1978. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior) - Grupo Araripe - Nordeste do Brasil - I - Novas espécies do gênero *Bisulcocypris*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, São Paulo, 1978. *Anais*, São Paulo, SBG, v. 2, p. 1014-1022.
- Silva, M.C. 2012. *Os Paleovertebrados da Formação Aliança (Jurássico Superior), Bacia de Jatobá, Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Doutorado, 164p.
- Srivastava, N.K. & Cavalcante, J.C. 2001. Bacia de Sitiá (Ceará): uma reavaliação. In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 2, Crato, 2001. Crato, p. 118-125.
- Teisserenc, P. & Villemin, J. 1989. Sedimentary Basin of Gabon - Geology and oil systems. In: EDWARDS, J. D. & SANTOGROSSI, P. A. (eds.). *Divergent/passive margin basins. Tulsa: AAPG, Memoir Series*, 48: 117-199.