

ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS DA MACROFAUNA DOS FOLHELHOS ASSOCIADOS À CAMADA DE GIPSITA, BACIA DO ARARIPE

Olga Alcântara Barros¹
Allysson Pinheiro Pontes²
Maria Edenilce Peixoto Batista³
João Hermínio da Silva⁴
Antônio Álamo Feitosa Saraiva⁵

DOI: 10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v26n2p147-156

¹Programa de Pós-Graduação em Geologia (PPGG), Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (UFC). olga.a.barros@gmail.com

²Laboratório de Crustáceos do Semiárido, URCA, Crato, Ceará, Brasil.
allysson.pinheiro@urca.br

³Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Ceará (UFC). edenilcebio@hotmail.com

⁴Engenharias de Materiais, UFCA, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil.
herminio.silva@ufca.edu.br

⁵Laboratório de Paleontologia, URCA, Crato, Ceará, Brasil. alamocariri@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho consiste na descrição dos aspectos paleoecológicos da assembleia fossilífera presente nos folhelhos escuros localizados acima da camada de gipsita do Grupo Santana, como suporte e complemento para as pesquisas realizadas com fósseis da Bacia do Araripe. O material coletado contém fragmentos de vegetais carbonificados, peixes e coprólitos. Para uma melhor interpretação e maior robustez dos resultados, testes estatísticos foram aplicados. As variáveis quantitativas referentes à caracterização dos fósseis foram calculadas a partir da frequência absoluta e da densidade populacional. O índice de diversidade, a riqueza específica e a equitabilidade foram determinados aplicando-se o índice de Shannon (H'), índice de riqueza de Margalef (D) e índice de Pielou (J), respectivamente. Foram demonstrados por gráfico Box-Plot as medianas e quartis do tamanho relativo dos peixes com cinco ou mais exemplares fósseis encontrados. Os resultados apontaram para uma biota pouco diversificada, porém com maior quantidade de espécimes, quando comparados a um nível de mortandade que continham concreções fossilíferas na Formação Romualdo. Estas informações, ainda pouco reportadas na literatura científica, são investigadas mais detalhadamente pela primeira vez neste trabalho e são os primeiros passos para uma investigação mais intensa da paleoecologia e da paleobiota das camadas associadas à gipsita da Bacia do Araripe.

Palavras chave: Fósseis, Bacia do Araripe, paleoecologia, estatística, folhelho escuro.

ABSTRACT

This work consists in the description of paleoecological aspects of the fossil assemblage from the dark shales above the gypsum layer of the Santana Group of the Araripe Basin, as a support and complement to paleontological researches on that sedimentary deposit. The collected material comprises carbonized plant and fish remains and coprolites. For a better interpretation and greater robustness of the results, statistical tests were applied.

The quantitative variables related to the characterization of the fossils were calculated from the absolute frequency and the population density. The diversity index, species richness and equitability were determined by applying the Shannon (H'), Margalef richness (D) and Pielou (J) indexes, respectively. Box-Plot graphs show the medians and quartiles of the relative size of fishes with five or more fossil specimens found. The results pointed to a little diversified biota, but with more specimens when compared to a mortality level with fossiliferous concretions of the Romualdo Formation. This sort of data, still sparsely reported in the scientific literature, is presented in detail for the first time in this work and represents the first step towards a more intense investigation of the paleoecology and paleobiota of the layers associated with the gypsum of the Araripe Basin.

Keywords: Fossils, Araripe Basin, paleoecology, statistics, black shales

INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe, localizada na região do Cariri e situada ao sul do estado do Ceará, noroeste de Pernambuco e leste do Piauí, é um dos locais onde pesquisas paleontológicas são realizadas desde o início do século XIX, devido à qualidade e excepcionalidade dos fósseis (Nobre, 1979). Com cerca de 12.000 km² de área, é considerada a maior Bacia Sedimentar do interior do nordeste brasileiro (Saraiva *et al.*, 2007).

Do ponto de vista paleontológico, sua principal unidade litoestratigráfica é o Grupo Santana, com idade neaptiana-eoalbiense, que registra o advento do estágio pós-ribeiro e é subdividida em três categorias: Crato, Ipubi e Romualdo (Neumann & Cabrera, 1999; Assine, 2007). Destas camadas, destacam-se principalmente os fósseis encontrados nas Formações Crato e Romualdo, que são extremamente bem preservados (Martill, 1988, 1989, 1990). As camadas de folhelhos escuros da Formação Ipubi são pouco exploradas do ponto de vista científico, condição que talvez esteja associada à menor qualidade de preservação dos espécimes, o que propicia um desinteresse dos cientistas por esta camada.

Diante dessa condição, o objetivo deste trabalho é fazer uma descrição dos aspectos paleoecológicos da assembleia fossilífera presente nos folhelhos escuros da Formação Ipubi, localizados acima da camada de gipsita (Neumann & Cabrera, 1999, Valença *et al.*, 2003). Esse trabalho contribuirá significativamente para melhoria das interpretações paleoambientais e paleoecológicas da Bacia do Araripe

MATERIAIS E MÉTODOS

O material foi coletado na mineradora Pedra Branca, área de exploração de sulfato de cálcio hidratado (gipsita) no Município de Santana do Cariri, estado do Ceará. Sua área encontra-se a 1,5 km a nordeste da cidade de Santana do Cariri, com altitudes variando de 525 a 598m. A entrada situa-se na rodovia CE-166, que liga Santana do Cariri a Nova Olinda, sendo a principal via de acesso ao município (Lat. 07 0755,2S e Long. 39 43 02,6W). A espessura máxima da camada analisada no local de exposição é de 80 centímetros e consiste em lâminas de cor cinza escuro que se localizam logo acima do banco de gipsita da Formação Ipubi. Nesse nível, são facilmente encontradas impressões fósseis de ostracodes, fragmentos de vegetais carbonificados, peixes e coprólitos (Fig. 1).

Para análises mais detalhadas, foram coletados blocos de rocha de pontos aleatórios do nível de folhelhos, que, somados, perfazem um total de 42,33 m² (0,4223 m³), os quais foram desfolhados a cada 1 cm de espessura, sendo cada lâmina analisada individualmente em laboratório. Num total, foram analisados 550 espécimes, que foram medidos com paquímetro digital e identificados individualmente em estereomicroscópio. Quanto ao grau de articulação e integridade, visando estabelecer características hidrodinâmicas, os fósseis foram classificados em completos (exemplares inteiros com preservação de mais de 90% de parte corpórea do organismo) e incompletos (espécimes não preservados por completo com menos de 90% de parte corpórea preservada).

Para analisar as variáveis quantitativas referentes à caracterização dos fósseis, foram calculadas a frequência absoluta e a densidade populacional. O índice de diversidade, a riqueza específica e a equitabilidade foram determinados aplicando-se o índice de Shannon (H'), índice de riqueza de Margalef (D) e índice de Pielou (J), respectivamente. Foram demonstrados por gráfico Box-Plot as medianas e quartis do tamanho relativo dos peixes com 5 ou mais exemplares fósseis encontrados. Todos os cálculos foram feitos pelo programa Bio Estat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007) e R- edite 64 bits (Team, 2008).

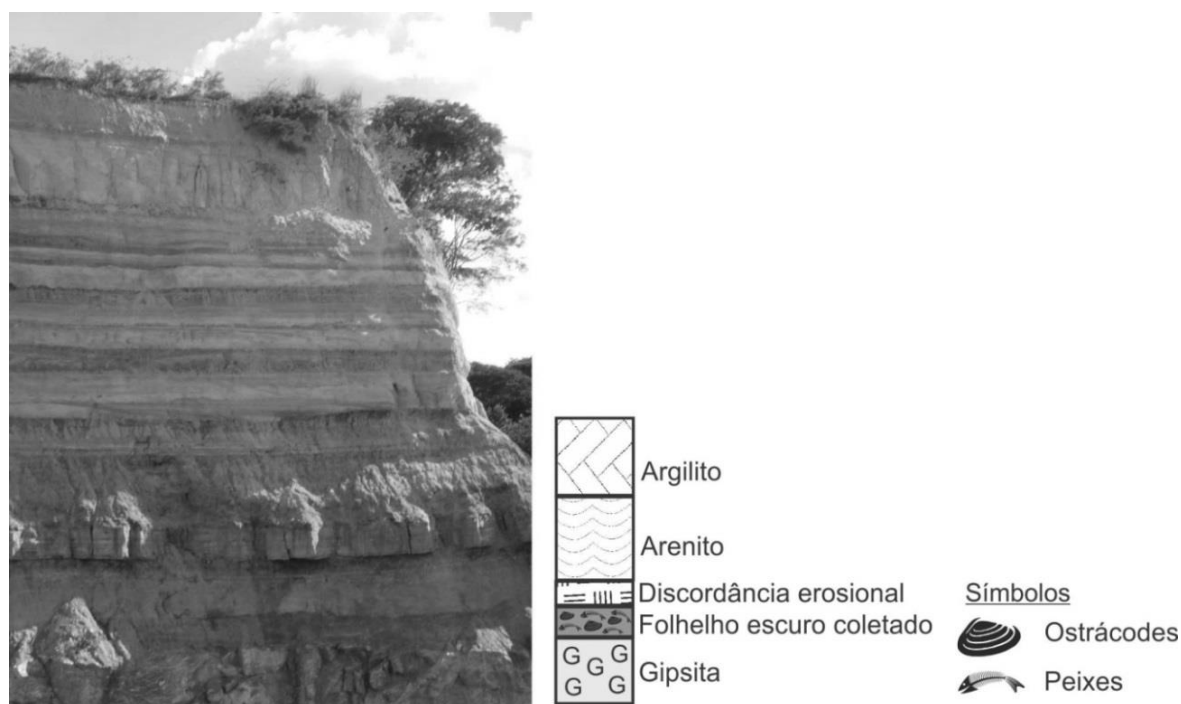


Figura 1- Perfil estratigráfico da mineradora Pedra Branca com ênfase na camada de folhelho escuro fóssilífero (em torno de 80 cm de espessura), coletado acima da camada de gipsita.

RESULTADOS

Em 42,33 m² (0,4223 m³) de folhelho foram coletados um total de 550 fósseis, dentre estes, peixes, plantas e coprólitos, com densidade média estimada de 13 Ind./m² (1.302,39 Ind/m³). Foram identificadas 12 espécies de fósseis (Tabela 1). Entre as plantas encontradas, destacamos o primeiro registro de *Brachyphyllum castilhoi* (Duarte, 1985) piritizado e de fragmentos de uma pteridófita leptosporangiada em fase de estudo. Essa camada de folhelho pode ser considerada como um nível de mortandade, o que facilita o trabalho estatístico com a biota fóssil.

A partir das análises estatísticas, foram obtidos os seguintes índices de diversidade: $H' = 1.415225$, riqueza $D = 1.487017$ e a equitabilidade $J = 0.6440967$. Esses índices indicam baixa variedade de espécies, com 64,41% do

total bem distribuído entre as espécies identificadas, uma vez que a equitabilidade varia de 0 a 1, retirando da análise os indivíduos não identificados.

Entre os osteichthyes identificáveis, foram encontradas nove espécies, o que demonstra uma baixa variedade em virtude da frequência calculada dos peixes indeterminados ser relativamente alta (31,54%) em relação ao total de espécimes encontrados. *Dastilbe crandalli* (Jordan & Branner, 1910) foi a espécie dominante (Fig. 2). Este dado reflete a probabilidade de que peixes indeterminados sejam incluídos no grupo das espécies já citadas anteriormente ou então seja incluída em uma nova categoria sendo, neste caso, consideradas novas espécies (Fig. 2). Quanto ao grau de articulação e integridade, entre os 550 fósseis encontrados, 295 estavam completos e 255 fósseis estavam incompletos (Fig. 3

Tabela 1. Amostragem quantitativa de espécimes fósseis

Os espécimes encontrados nos níveis de folhelho		Quantidade encontrada	Frequência relativa (%)
01	<i>Dastilbe crandalli</i>	109	19,81
02	<i>Tharrhias araripis</i>	53	9,63
03	<i>Vinctifer comptoni</i>	24	4,36
04	<i>Cladocyclus gardneri</i>	12	2,18
05	<i>Santanaclupea silvasantosi</i>	10	1,81
06	<i>Santanichthys diasii</i>	5	0,90
07	<i>Placidichthys bidorsalis</i>	1	0,18
08	<i>Rhacolepis buccalis</i>	1	0,18
09	<i>Paraelops cearensis</i>	2	0,36
10	Peixe Indeterminado	100	18,18
11	<i>Brachyphyllum castilhoi</i>	1	0,18
12	Lenho	96	17,45
13	Coprólito	135	24,54
14	Pteridófita leptosporangiatæ	1	0,18
Total		550	

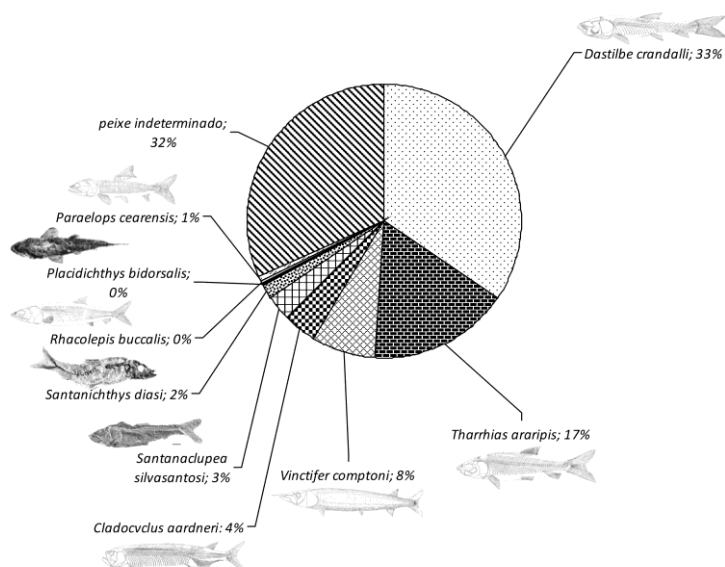


Figura 2 - Frequência populacional de peixes fósseis encontrados para este nível de folhelho escuro.

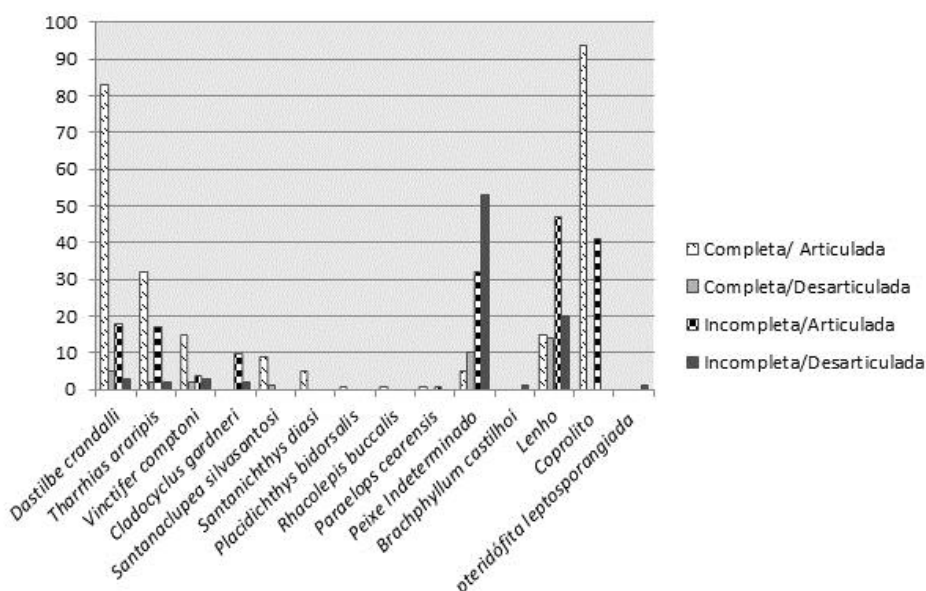


Figura 3 - Grau de articulação e integridade dos fósseis.

Em relação ao tamanho dos peixes fósseis que estavam preservados por completo, as amostras apresentaram uma variação bem distribuída. As posições e amplitudes dos boxes e o comprimento das linhas verticais, evidenciaram as diferenças entre os tamanhos de cada espécime fóssil. As maiores variações foram observadas com maiores escores encontrados para os peixes *Cladocycclus gardneri* e *Vincitifer comptoni*. Para *Santanichthys*

diasii, a amostra apresentou homogênea, em virtude da quantidade de exemplares que se assemelhava em relação ao tamanho (em torno de 10 cm). Estes espécimes apresentaram o mesmo valor da mediana amostral para esta espécie (Fig. 4). *Dastilbe crandalli* mostrou padrões de tamanhos relativamente iguais, com exemplares menores que 10 cm de comprimento na maioria dos espécimes analisados (Fig.4).

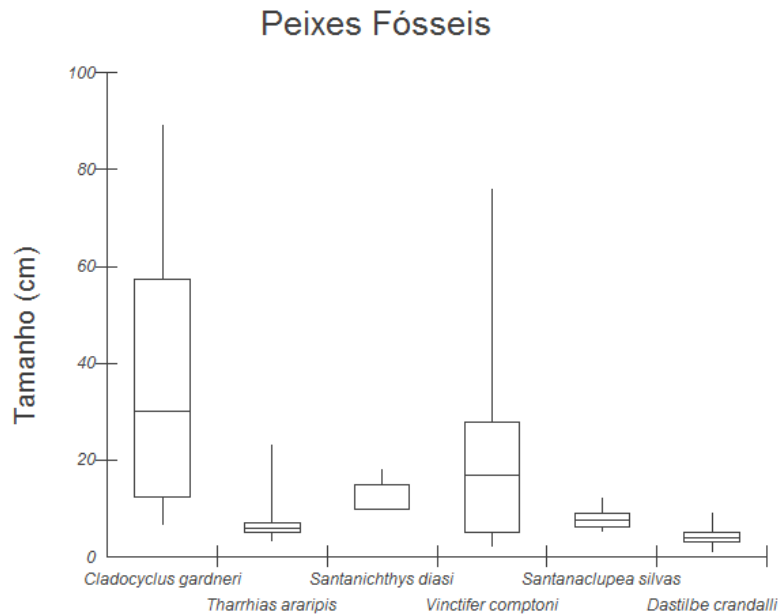


Figura 4 - Tamanho total dos peixes fósseis completos coletados no folhelho acima da camada de gipsita

DISCUSSÃO

Os principais fatores que controlam a distribuição das espécies em determinados ambientes são a disponibilidade de alimento, o refúgio, favorecimento reprodutivo e o espaço disponível são fatores determinantes para que certas espécies ocupem um ambiente (Barletta & Blaber, 2007).

Condições ambientais favoráveis podem influenciar no aumento populacional de algumas espécies, caso contrário uma determinada população pode crescer lentamente. Em outros casos existem espécies que conseguem se adaptar as condições mais extremas que são consideradas adversas para a maioria dos indivíduos. Tais condições podem ser fatores de favorecimento para o grupo que melhor se adapte as condições adversas e forme então uma comunidade estabelecida com uma dinâmica própria (Barletta & Blaber, 2007).

Em nossos resultados estatísticos *Dastilbe crandalli* (19,81%) foi a

espécie que apresentou maior frequência, com espécimes variando de 1,7 cm até 22 cm de comprimento. Possivelmente estes indivíduos ocupavam níveis mais basais da cadeia alimentar. Essa espécie não é relatada para os níveis de concreções carbonáticas da Formação Romualdo, observados pelos resultados de Fara *et al.*, 2005 e de Vila Nova *et al.*, 2011. Já nos calcários laminados da Formação Crato, *Dastilbe crandalli* é o vertebrado fóssil mais abundante encontrado (Davis & Martill, 1999). Provavelmente esta observação esteja associada ao baixo grau de tolerância desta espécie á mudança de salinidade. A superpopulação, a indisponibilidade de alimento e estresse hídrico possivelmente justifiquem os conhecidos exemplares praticando canibalismos encontrados na Formação Crato.

As espécies que também ocorreram com maior frequência foram *Tharrhias araripis* (Jordan, 1908), *Vinctifer comptoni* (Jordan, 1919) e *Cladocycclus gardneri* (Agassiz, 1841),

assim como nos dados obtidos nas concreções fossilíferas por Fara *et al.*, 2005 e Vila Nova *et al.*, 2011 na Formação Romualdo. Com base nos dados de distribuição espacial destas espécies dentro do Grupo Santana, essa situação reforça a hipótese de que *Vinctifer comptoni*, *Tharrhias araripis* e *Cladocyclus gardneri* eram diádromos, passavam a vida adulta em ambiente mais salino e profundo e migravam para áreas mais rasas, de baixa salinidade e na conexão dos córregos dos rios durante as outras partes de sua vida para reprodução (Mathieson *et al.*, 2000).

Em termos numéricos, *Vinctifer comptoni* é a espécie mais abundante nas concreções fossilíferas da Formação Romualdo (Vila Nova *et al.*, 2011, Saraiva *et al.*, 2007, Fara *et al.*, 2005). Esses dados estatísticos e estratigráficos foram obtidos dentro de perfis com 250 cm de espessura em média, enquanto que em nossos resultados, a assembléia fossilífera acima da camada de gipsita possui em média 80 cm de espessura. Essa baixa espessura provavelmente é um fator limitante que influencia nas variações de tamanhos, na quantidade e da diversidade de espécies nos folhelhos em que observamos. Por outro lado, em nossos resultados, a maioria dos peixes analisados estava articulada, indicando um ambiente de baixa energia hídrica, porém, a maioria dos exemplares possuíam forte diagênese.

Diante desta realidade, nossos resultados, apesar de não mostrar uma real diversidade fossilífera como nos resultados apresentados para a Formação Romualdo, esta camada mostrou uma biota relativamente significativa, visto que a camada analisada apresentou apenas 42,33 m² de área (0,4223 m³). Mesmo em uma pequena área analisada esta camada continha uma quantidade significativa de indivíduos, mostrando assim o potencial fossilífero que esta camada possui.

Seu conteúdo paleontológico, apesar de promissor, permanece ainda pouco estudado por pesquisadores. Nela já foi apresentado em grande maioria peixes e vegetais (Carvalho & Santos, 2005), além de registros pontuais de tetrápodes, como quelônios (Dentzien-Dias *et al.*, 2010; Oliveira *et al.*, 2011) e dinossauros terópodes (Silva *et al.*, 2013), entre outros.

Comparando o comprimento total destes peixes que estavam completos, os nossos exemplares mostraram espécimes menores do que os encontrados por Fara *et al.*, 2005 e Vila Nova *et al.*, 2011. Por exemplo, *Cladocyclus gardneri* (Agassiz, 1841) encontrado na Formação Romualdo possui em média de 50 cm a 2 m de comprimento (Fara *et al.*, 2005), enquanto que a mesma espécie encontrada em nossos resultados possui cerca de 3 cm a 20 cm de comprimento. Espécimes de *Dastilbe crandalli* observados e analisados nos níveis de calcário laminado da Formação Crato também não ultrapassam 25 cm de comprimento (Ver Oliveira *et al.*, 2006), assim como nos nossos resultados.

Esta variação de tamanho destes espécimes pode estar associada ao grau de dureza da água. A escala de dH segundo Sperling (1996) varia de 3° (muito mole) a 25° (muito dura). A maioria dos peixes adapta-se a uma variação de 9-14°. Entretanto, para alguns tipos de espécies é preciso manter condições muito precisas para que eles sobrevivam e desenvolvam em um determinado ambiente com condições estressantes (Carneiro, 1999). A pequena espessura desta camada fossilífera coletada (em torno de 80 cm) associada a outros fatores restritivos, como a mudança de salinidade, variações de temperatura e pH poderiam limitar o crescimento de algumas espécies encontradas. Estes fatores podem determinar o baixo número de

espécies e o grande número de espécimes encontrados em nossos resultados. Fatores estressantes além de impedir o desenvolvimento de determinadas espécies, pode favorecer o desenvolvimento de espécies que conseguem se adaptar às condições consideradas adversas para maioria, devido à falta de competitividade interespecífica.

CONCLUSÕES

Os fatores responsáveis pelas variações da frequência populacional das espécies encontradas nos níveis de folhelho apontam para a ocorrência de mortandades, permitindo supor que as variações de temperatura da água, associadas com a mudança do PH, índices de dH e salinidade, poderiam propiciar o aumento populacional de algumas espécies encontradas que são adaptadas a condições ambientais extremas.

Os folhelhos escuros coletados quando comparados com as escavações anteriormente realizadas na Formação Romualdo, apresentaram uma biota pouco diversificada, porém com maior quantidade de espécimes em relação a um nível de mortandade da Formação Romualdo. Essa condição aponta para um ambiente de estresse, com grande quantidade de matéria orgânica no fundo e possivelmente, o lago possuía a parte superficial aerada e fótica e a parte de fundo extremamente palustre. Eventualmente, quando ocorria mistura de água (superficial com água de fundo), ocorriam mortandades.

De forma sucinta, os principais aspectos paleoecológicos apresentados pelos índices estatísticos aplicados mostram uma baixa diversidade de peixes, porém com uma grande densidade de indivíduos na camada estudada, os quais geralmente apresentam tamanho reduzido, o que pode estar relacionado às condições

estressantes que retardam seu desenvolvimento e favoreceram as espécies melhor ajustadas ao meio. De acordo com os dados aqui amostrados, a diversidade fossilífera encontrada na camada estudada não permite retirar conclusões sólidas sobre a real diversidade que este nível fossilífero apresenta. Novas coletas e estudos complementares sobre ontogenia e taxonomia seriam essenciais para comprovar se o ambiente realmente influenciou no retardo de crescimento de algumas espécies de peixes fósseis analisados.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Regional do Cariri/URCA e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) pela concessão, apoio logístico e financiamento da presente pesquisa. Ao Marcos André Fontenele Sales, pelas importantes sugestões para o melhoramento do Abstract.

REFERÊNCIAS

- Agassiz, 1841. On the fossil fishes found by Mr Gardner in the province of Ceará, in the north of Brazil. *Edinburgh New Philosophical Journal*, 30: 82–84.
- Assine, M., 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 15: 371-387.
- Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D. L., & Santos, A. D. A. 2007. Bioestat - Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. *Instituto Mamirauá*, Belém, PA.
- Barletta, M., & Blaber, S. J. 2007. Comparison of fish assemblages and guilds in tropical habitats of the Embley (Indo-West Pacific) and Caeté (Western Atlantic) estuaries. *Bulletin of Marine Science*, 80 (3): 647-680.

- Beurlen, K., 1971. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 43: 411-415.
- Carneiro, P. C. F., Urbinati, E. C., 1999. Stress e crescimento de peixes em piscicultura intensiva. In: *Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Peixes*, 3: 25-40.
- Carvalho, M.S.S., Santos, M.E.C.M. 2005. Histórico das pesquisas paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, UFRJ, Rio de Janeiro, 28(1): 15-34.
- Davis, S. P., Martill, D. M. 1999. The gonorynchiform fish *Dastilbe* from the Lower Cretaceous of Brazil. *Palaeontology*, 42(4): 715-740.
- Dentzien-Dias, P.; Figueiredo, A.; Pinheiro, F.; Schultz, C. 2010. Primeira evidência icnológica de um tetrápode natante no Membro Crato (Cretáceo Inferior), Formação Santana (Bacia do Araripe, nordeste do Brasil). *Revista Brasileira de Paleontologia*, 13(3): 257-260.
- Duarte, L. 1985. Vegetais fósseis da Chapada do Araripe, Brasil. *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*, 27: 585-617.
- Fara, E., Saraiva, A.A.F., de Almeida Campos, D., Moreira, J.K., de Carvalho S. D., Kellner, A.W., 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: 145-160.
- Jordan, D. S. B., J.C. 1908. The Cretaceous fishes of Ceara, Brazil. *Smithsonian Miscellaneous Collection*, 1: 1-29.
- Jordan, D. S., 1919. New genera of fossil fishes from Brazil. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 71(3): 208-210.
- Jordan, D. S., Branner, J. C., 1910. The Cretaceous fishes of Ceará, Brazil. *Smithsonian Institution*, 52(1).
- Martill, D. M., 1988. Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil. *Palaeontology*, 31(1): 1-18.
- Martill, D. M., 1989. The Medusa effect: instantaneous fossilization. *Geology Today*, 5(6): 201-205.
- Martill, D. M., 1990. Macromolecular resolution of fossilized muscle tissue from an elopomorph fish. *Nature*, 346: 171-172.
- Mathieson, S., Cattrijsse, A., Costa, M., Drake, P., Elliott, M., Gardner, J., Marchand, J., 2000. Fish assemblages of European tidal marshes: a comparison based on species, families and functional guilds. *Marine Ecology Progress*, 204: 225-242.
- Neumann, V.H., Cabrera, L., 1999. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectono secuencia post-rifte de la cuenca de Araripe, nordeste de Brasil. In: *Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil*, 5: 279-285.
- Nobre, G. S. 1979. *João da Silva Feijó: um naturalista no Ceará*. Gráfica Editorial Cearense, Fortaleza, 256p.
- Oliveira, G. R.; Saraiva, A. Á. F.; Silva, H. D. P.; de Andrade, J. A. F. G.; Kellner, A. W. A. 2011. First turtle from the Ipubi formation (early cretaceous), Santana

- Group, Araripe Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 14 (1): 61-66.
- Oliveira, T. P. R., Torres, R. R. N. B., de Araújo, M. R., de Moura, G. J. B., Barreto, A. M. F. 2006. Relação entre a forma do corpo e o tipo de natação de *Dastilbe crandalli* da Formação Crato, Eocretáceo da Bacia do Araripe. *Estudos Geológicos*, 16(1): 80.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Available: <http://www.R-project.org>.
- Saraiva, A.Á.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: 40-57.
- Silva, J. H.; Filho, F. E. S.; Saraiva, A. A. F.; Andrade, N. A.; Viana, B. C.; Sayão, J. M.; Saraiva, G. D. 2013. Spectroscopic Analysis of a Theropod Dinosaur (Reptilia, Archosauria) from the Ipubi Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Journal of Spectroscopy*, 1:1-7.
- Sperling, M. V. 1996. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Editora Universidade Federal de Minas Gerais, 243 p.
- 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.
- Vila Nova, B.C., Saraiva, A.A.F., Moreira, J.K.R., Sayão, J.M. 2011. Controlled Excavations in the Romualdo Formation *Lagerstatte* (Araripe Basin, Brazil) and Pterosaur Diversity: Remarks Based on New Findings. *Palaio*, 26 (3): 173-179