

RELAÇÃO ENTRE A FORMA DO CORPO E O TIPO DE NATAÇÃO DE *DASTILBE CRANDALLI* DA FORMAÇÃO CRATO, EOCRETÁCEO DA BACIA DO ARARIPE

Tacyana Pereira Ribeiro de Oliveira 1
Rochane Regina Neves Baptista Torres 2
Mirele Regina de Araújo 2
Geraldo Jorge Barbosa de Moura 3
Alcina Magnólia Franca Barreto 3

1 Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoolgia, Laboratório de Peixes: Ecologia e Conservação, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, e-mail: tpro_imat@yahoo.com.br

2 Programa de Pós-Graduação em Biologia Molecular, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco, e-mail: rochanebaptista@gmail.com

3 Laboratório de Paleontologia, Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, CEP 50.740-530, Recife, Pernambuco, e-mail: geraldojbm@ufpe.br ou geraldojbm@yahoo.com.br

RESUMO: A Formação Crato, pertencente à bacia sedimentar do Araripe, nordeste do Brasil, data do Neo-Aptiano e representa a segunda fase lacustre da bacia, destacando-se a abundância, diversidade e qualidade de preservação de seus fósseis. Os peixes se locomovem das mais variadas maneiras, podendo apresentar tipos de natação que podem ser inferidos principalmente pela morfologia do corpo, o tipo de movimento realizado por este e pelas nadadeiras e a amplitude da ondulação resultante desses movimentos. Os tipos básicos de natação podem ser caracterizados como anguiliforme, subcarangiforme, carangiforme e tuniforme. Este trabalho objetivou inferir relações entre a morfologia do corpo do *Dastilbe crandalli* da Formação Crato e seus prováveis tipos de natação, baseando-se em categorias de locomoção predefinidas para os peixes recentes. Os dados foram coletados a partir da análise de 44 fósseis depositados na coleção do Departamento de Geologia da UFPE, dos quais apenas 35 forneceram dados morfométricos completos, uma vez que os demais se apresentavam parcialmente preservados. Após terem passado por uma preparação mecânica minuciosa, os exemplares foram fotografados, desenhados em câmera clara e tiveram suas medidas biométricas coletadas. *Dastilbe crandalli* apresentou natação tipo carangiforme, com um tipo de variação morfológica em que as nadadeiras dorsal e pélvicas encontram-se alinhadas e distantes da anal. O movimento natatório identificado foi relacionado a aspectos paleoecológicos, como padrões migratórios e relações tróficas. Isto sugere movimentos relativamente rápidos associados provavelmente a escapes, evitando a predação por peixes maiores.

Palavras chave: *Dastilbe crandalli*, tipos de natação, natação carangiforme, Formação Crato, Bacia do Araripe,.

ABSTRACT: The Crato Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil, Neo-Aptian in age represents the second phase of this lacustrine basin and stands out for its abundance, diversity and quality of fossils preservation. Fishes show many different locomotion modes, being able to present swimming types that can be inferred mainly by body morphology, fins movement and amplitude of the undulation formed during movement. The basic types of fish swimming can be characterized as anguilliform, subcarangiform, carangiform and thunniform. The aim of this paper was to infer relationships between the body morphology of the species *Dastilbe crandalli* from the Crato Formation and its probable swimming types, based on previously determined locomotion categories in recent fish taxa. Data were gathered by the analysis of forty four specimens deposited in the paleontology collection of the Department of Geology of the Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Morphometric data were obtained only in thirty five specimens, once the others were partially preserved. *Dastilbe crandalli* showed have shown a carangiform swimming type, with a type of morphological variation in which the dorsal and pelvic fins are found aligned in transversal axis and at some distance of the anal fin. The swimming movement found was related to paleoecological aspects, such as migratory patterns and trophic relationships. This suggests relatively fast movements, probably associated with escape from predation.

Keywords: *Dastilbe crandalli*, swimming types, carangiform swimming, Crato Formation, Araripe Basin.

1- INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe tem se destacado por possuir um dos mais importantes sítios paleontológicos de ambiente lacustre do Cretáceo mundial, além de apresentar alta abundância, diversidade e excelente grau de preservação dos fósseis. A paleoictiofauna da Formação Crato é considerada o grupo dos vertebrados mais abundantes e os primeiros a serem detalhadamente estudados na bacia, ela inclui quatro espécies de actinoptérígeos: *Dastilbe crandalli*, *Araripelepidotes* sp., *Calamopleurus* sp., *Cladocyclyus gardneri* e uma de sarcopterígeo: *Axelrodichtys* sp. (Castro-Leal & Brito, 2004).

Os peixes, tanto recentes como fósseis, são importantes chaves para reconstruções ecológicas e biogeográficas locais e globais (Murray, 2000). Os peixes locomovem-se utilizando diversos tipos de movimentos, podendo apresentar tipos de natação que podem ser inferidos de acordo com a morfologia externa (forma do corpo) ou pela biomecânica de suas nadadeiras. A forma do corpo dos peixes pode ser interpretada como resultado de adaptações evolutivas às pressões ambientais (Breda et al., 2005), objetivando principalmente oferecer vantagens de locomoção em diferentes ambientes para aquisição de alimento, eficiência na relação predador-presa e economia de energia (Neves & Monteiro, 2003 e Sfakiotakis et al., 1999).

Os peixes apresentam uma grande variedade de movimentos que podem ser definidos com natatórios ou não-natatórios (Sfakiotakis et al., 1999). Os movimentos natatórios são classificados quanto ao modo de propulsão em duas categorias básicas: (a) natação periódica, caracterizada por um ciclo de repetições de movimentos de propulsão, a qual é comumente utilizada por peixes que realizam grandes migrações em velocidades relativamente constantes; (b) natação não-periódica, caracterizada pela realização de movimentos “explosi-

vos”, de aceleração, que incluem escapes e “voltas”, tipicamente usados para captura de presas ou para evitar predação (Sfakiotakis et al., 1999).

Geralmente os peixes promovem impulsos através de uma onda de propagação que se estende em direção à nadadeira caudal, um tipo de natação classificada como locomoção por propulsão do corpo e/ou da nadadeira caudal (BCF locomotion – *body and/or caudal fin locomotion*). Outros peixes desenvolveram um mecanismo de natação alternativo, que envolve o uso de suas nadadeiras ímpares (exceto a caudal) e pares, chamada de locomoção por propulsão pelas nadadeiras médias e pares (MPF locomotion – *median and/or paired fins locomotion*) (Webb, 1984; Sfakiotakis et al., 1999). Um número muito grande de peixes que utilizam um tipo de locomoção BCF para propulsão, empregam o modo MPF para manobras e estabilidade (Sfakiotakis et al., 1999). Geralmente peixes que rotineiramente usam o mesmo método de propulsão apresentam uma morfologia similar (Sfakiotakis et al., 1999) (Figura 1).

Os peixes que utilizam uma propulsão BCF podem ser categorizados em 4 grupos, de acordo com Sfakiotakis et al. (1999): anguiliforme, subcarangiforme, carangiforme e tuniforme, representando uma série de ondulações serpentiformes (moréias e alguns tubarões) a uma oscilação posteriormente localizada (atuns) (Sfakiotakis et al., 1999; Blake, 2004). Esses tipos de movimentos levam em consideração, além da morfologia do corpo, o tipo de movimento realizado por este e pelas nadadeiras e a amplitude da ondulação resultante desses movimentos.

Lighthill (1969), identificou duas principais adaptações morfológicas que aumentam a resistência anterior do corpo do peixe de modo a minimizar a força de retração: (1) a redução da largura do pedúnculo caudal; e (2) a distribuição da altura e massa do corpo direcionada para a porção anterior do corpo.

Dasilbe crandalli Jordan, 1910 é uma espécie de peixe primitivo pertencente à ordem Goniorhynchiformes e ocorre em abundância em algumas formações eocretáceas no Nordeste brasileiro, sendo considerado o vertebrado fóssil mais abundante da Formação Crato (Davis & Martill, 1999). Existem muitas divergências em relação ao posicionamento taxonômico desta espécie; neste trabalho, segue-se a classificação de Grande & Poyato-Ariza (1999), que enquadram o gênero *Dasilbe* na família Chanidae como grupo parafilético (juntamente com o gênero *Parachanos*) da tribo Chanine, onde estão incluídos os gêneros *Chanos* e *Tharrhias*.

No panorama mundial, inferências sobre o tipo de locomoção de peixes fósseis limitam-se a trabalhos que analisam icnofósseis, a exemplo de marcas de Ostracodermes do Devoniano [*fodinichnia* (alimentação) e *cubichnia* (repouso)] descritos por Morrissey *et al.* (2006). Quanto a peixes recentes existe uma gama de trabalhos registrando a relação entre a morfolo-

gia do corpo e o tipo de locomoção. Portanto, este trabalho demonstra análises sobre a relação entre os aspectos morfológicos de *Dasilbe crandalli* da Formação Crato e seus respectivos tipos de natação, tendo como base as categorias de locomoção predefinidas para os peixes recentes.

2-MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – ÁREA DE ESTUDO: A BACIA DO ARARIPE

Aspectos geográficos

A bacia sedimentar do Araripe está geograficamente situada no interior do Nordeste Brasileiro (Figura 2), na região limítrofe entre os estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, entre os meridianos 38° 30' e 40° 50' de longitude W de Greenwich e os paralelos 7° 05' e 7° 50' de latitude S (Neumann, 1999).

Aspectos estratigráficos

A Bacia do Araripe apresenta uma sucessão sedimentar predominantemente

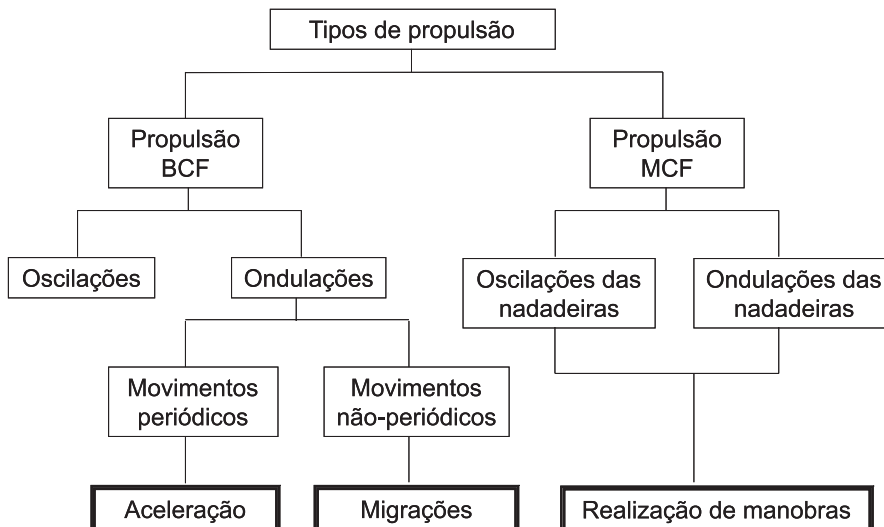


Figura 1. Relação entre os tipos de movimentos e suas respectivas funções natação (Adaptado de Sfakiotakis *et al.*, 1999).

Mesozóica do Jurássico e Cretáceo, apoiada em unidade Paleozóica do Siluriano – Devoniano (Neumann, 1999).

O registro sedimentar da Bacia do Araripe, segundo Neumann (1999), compõe-se da Formação Mauriti e do Supergrupo Araripe, que por sua vez compõe-se dos grupos Vale do Cariri (formações Brejo Santo, Missão Velha e Abaiara) e Santana (formações Rio da Batateira, Crato, Ipubi, Romualdo, Arajara) e da Formação Exu, totalizando 10 formações.

Os fósseis de *Dastilbe crandalli* estudados originam-se dos sedimentos da Formação Crato, de idade neo-aptiana atribuída por Arai *et al.* (1997), representando a segunda fase lacustre da bacia. A Formação Crato apresenta espessura entre 50m e 70m e compõe-se predominantemente de estratos horizontalizados de calcários laminados de ambientes lacustres internos com pouca ou quase nenhuma energia, com 6 unidades de calcário laminado definidas, denominadas da base para o topo de C1 a C6, que se intercalam com siltitos calcíferos e arenitos (Neumann, 1999). Os fósseis estudados provavelmente são procedentes

da porção superior da Formação Crato (C5 e C6) (Sales, 2005; Moura, 2006) (Figura 3).

O nível C₅ aflora principalmente nas pedreiras de Santa Rita e Caldas, pertencentes à indústria de Cimento Portland (IBACIP), Município de Barbalha – CE. O nível C₆ aflora predominantemente na região entre as cidades de Nova Olinda e Santana do Cariri, em pedreiras localizadas nas margens direita e esquerda da rodovia estadual CE-255, que liga as duas cidades (Viana & Neumann, 1999).

2.2 – FÓSSEIS ANALISADOS

Neste trabalho foram analisados 44 fósseis de *Dastilbe crandalli*, depositados na coleção de Paleontologia da Universidade Federal de Pernambuco, dos quais apenas 35 serviram de base para coleta dos dados morfométricos, uma vez que os demais se encontram parcialmente preservados (Figura 4). Davis & Martill (1999) sinonimizaram a espécie *Dastilbe elongatus* como *D. crandalli*, sendo esta última a considerada neste trabalho.

De acordo com Grande & Poyato-Ariza (1999), segue a classificação da espécie estudada:



Figura 2. Mapa de localização da área de estudo (Kellner & Campos, 1998)

Superclasse Gnathostomata
Classe Actinopterygii
Ordem Gonorhynchiformes
Subordem Chanoidei
Família Chanidae
Subfamília Chanini
Divisão parafilética
não-resolvida
Gênero *Dastilbe*
Dastilbe crandalli
Jordan, 1910

2.3 – TRABALHOS LABORATORIAIS

A etapa laboratorial foi desenvolvida no Laboratório de Paleontologia do Departamen-

to de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco. Os trabalhos constaram das seguintes etapas: preparação física; desenho em câmera clara, fotografias; coleta dos dados morfométricos e digitalização dos desenhos.

Preparação mecânica do material estudado

Esta etapa objetivou a preparação do material fóssil, quando necessário, consistindo em uma diminuição da peça e remoção de eventuais sedimentos sobre o fóssil por meio de técnicas mecânicas.

Inicialmente, alguns fósseis passaram por uma redução das arestas dos blocos

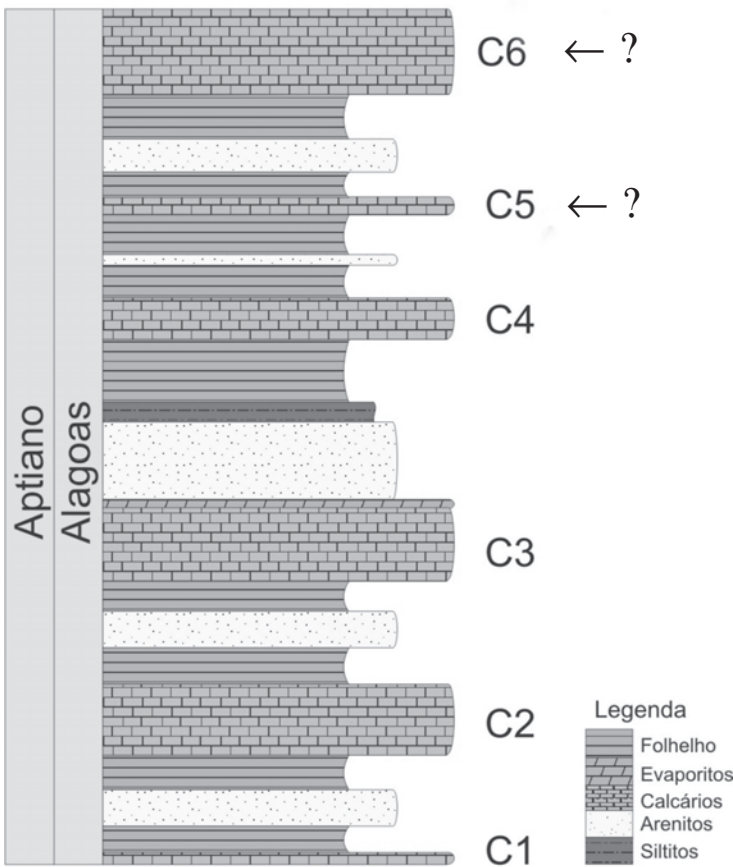


Figura 3. Seqüência da Formação Crato e indicação da possível procedência estratigráfica dos fósseis estudados (Adaptado de Neumann, 1999).

que os contêm, com utilização de mini-sera, marca *Bosch*, para facilitar sua análise posterior. Em seguida, realizou-se limpeza mecânica minuciosa dos fósseis, com o auxílio de agulha, talhadeira, estilete de corte, lupas (microscópios estereoscópios) simples e binoculares das marcas *Wild – Heerbrugg* (modelo *MIB*) e *Nikon* – (modelo *M10*), favorecendo assim uma melhor observação; ar comprimido e pincéis (pequenos e médios) foram utilizados para limpeza de fragmentos.

Desenho em estereomicroscópio com câmera clara e fotografias

Inicialmente, os espécimes passaram por uma análise geral a olho nu e posteriormente em lupa, a qual permitiu a identificação das principais características morfológicas dos fósseis, para que as mesmas fossem registradas nos desenhos e fotografias.

Nesta etapa, as silhuetas dos fósseis foram desenhadas com auxílio de estereomicroscópio com câmera clara (microscó-

pio estereoscópio marca *NIKON* – modelo *SMZ 10*), além de serem fotografados (câmera marca *Canon* – modelo *N 905*).

Coleta dos dados biométricos

Individualmente, foram coletadas medidas morfométricas aproximadas de todos os fósseis, como: comprimento padrão (CP), altura máxima do corpo (AM), altura do pedúnculo caudal (APdC), comprimento da porção dorsal do corpo (PD) e comprimento da porção caudal do corpo (PC). As medidas foram feitas com paquímetro de marca *Marberg* com precisão de 0,05 mm, expressas em milímetros (mm). As medições estão sempre na dependência do grau de preservação dos fósseis. Após a coleta dos dados biométricos, foram estabelecidos os seguintes índices: razão da altura do pedúnculo caudal pela altura máxima (PdC/AM); razão da porção dorsal pela caudal (PC/PD); razão da porção caudal pelo comprimento padrão (PC/CP); e razão altura da nadadeira caudal pela altura máxima do corpo (ACd/AM).

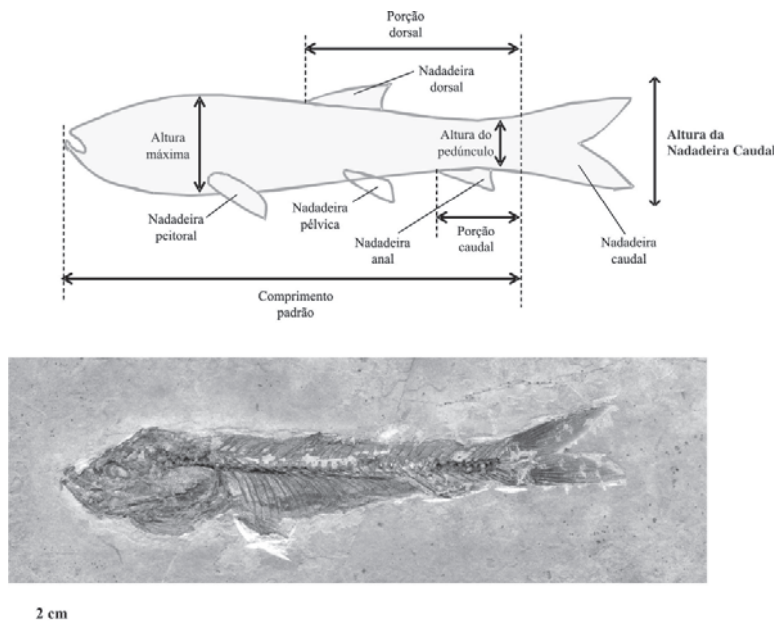


Figura 4: *Dastilbe crandalli* da Formação Crato.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando os parâmetros morfológicos analisados (Tabela 1), a espécie estudada provavelmente apresentava o tipo de natação classificada como carangiforme, apresentando corpo ligeiramente fusiforme, nadadeira caudal furcada e em média mais alta do que o corpo (ACd/AM médio = $1,15 \pm 0,35\text{cm}$), uma baixa razão APdC/AM (média = $0,46 \pm 0,11\text{cm}$), caracterizando altura do pedúnculo menor do que a altura máxima do corpo, provavelmente comprimido lateralmente.

Foi verificado, através da análise de outras espécies de peixes fósseis da Bacia do Araripe (Oliveira *et al.*, em prep.), variações morfológicas nos peixes com tipo de natação carangiforme de acordo com o alinhamento das nadadeiras medianas e pélvicas. *Dasilbe crandalli*, em especial, caracteriza-se por compor o subgrupo de carangiformes que possuem as nadadeiras dorsal e pélvica na mesma linha transversal (todos os exemplares examinados apresentaram esta disposição), posicionadas mais anteriormente no corpo, distantes da nadadeira caudal (PD/PCmédio = $2,61 \pm 0,61\text{cm}$), como sardinhas e arenques recentes. Zavala-Camin (2004) descreveu que peixes que apresentam as nadadeiras dorsal e anal alinhadas e próximas à caudal possuem o potencial de impulso concentrado na parte posterior do corpo, gerando maiores arranques, geralmente objetivando a captura de presas. *Dasilbe crandalli*, por sua vez, provavelmente não apresentava um grande potencial de impulso, devido ao alinhamento de suas nadadeiras, como previamente descrito. Entretanto, como típico nadador BCF carangiforme, pode-se considerar que *D. crandalli* provavelmente apresentava um potencial relativo, muito provavelmente associado a escapes, evitando-se a predação por peixes maiores, como sugerido por Davis & Martill (1999) devido ao tamanho reduzido da grande maioria dos

espécimes de *D. crandalli* ocorrentes na Formação Crato, como também observado neste estudo (CP médio = $4,13 \pm 1,68\text{cm}$)

O tipo de propulsão BCF periódico, utilizado pelos nadadores carangiformes e tuniformes, pode ter sido amplamente usado pela espécie *Dasilbe crandalli*, e a falta de registro de indivíduos de médio porte de *Dasilbe crandalli* também sugere um possível padrão migratório para esta espécie (Davis & Martill, 1999). O tipo BCF não-periódico é comumente utilizado para arranques e guinadas, principalmente para captura de presas e para evitar predadores (Sfakiotakis *et al.*, 1999). *D. crandalli* provavelmente habitava áreas próximas à superfície (Maisey, 1991; Davis & Martill, 1999) e apresentava pequeno a médio tamanho corpóreo, sendo provavelmente mais susceptíveis à predação, possivelmente utilizando o tipo de propulsão BCF não-periódica para evitá-la. Apesar do tamanho reduzido desta espécie e à ausência de dentes mesmo em exemplares de maior porte, há indícios de que indivíduos maiores possam ter sido piscívoros, devido ao registro de pequenos peixes no trato alimentar desses animais (Davis & Martill, 1999) e provavelmente também utilizava o modo BCF não-periódico para captura de presas.

CONCLUSÕES

Através de análises da morfologia apresentada pelo *Dasilbe crandalli* da Formação Crato, foi determinada a categoria de natação tipo carangiforme para a espécie. Observaram-se ainda variações morfológicas nos peixes fósseis, sendo possível relacioná-las aos prováveis potenciais de arranque/escape desses animais.

Os tipos de natação utilizadas pelos peixes possui implicações diretas na ecologia, tornando-se importante o conhecimento de aspectos morfo-funcionais relacionados à locomoção, principalmente para interpretações paleoecológicas.

Tabela 1. Média e desvio padrão das características morfológicas e índices do *Dastilbe crandalli* da Formação Crato.

Exemplares	CP	AM	APdC	PD	PC	ACd	PdC/AM	PD/PC	PC/CP	ACd/AM
1	?	?	0,25	1,63	?	0,78	?	?	?	?
2	3,78	0,65	0,32	1,91	0,85	0,61	0,49	2,25	0,22	0,94
3	3,79	0,51	0,33	1,51	0,71	0,69	0,65	2,13	0,19	1,35
4	?	?	?	?	?	0,5	?	?	?	?
5	?	0,58	?	?	?	?	?	?	?	?
6	3,88	0,62	0,26	?	0,66	0,36	0,42	?	0,17	0,58
7	2,69	0,67	0,28	1,2	0,45	0,42	0,42	2,67	0,17	0,63
8	3,6	0,56	0,27	1,59	0,7	0,7	0,48	2,27	0,19	1,25
9	?	?	0,5	3,3	?	1,56	?	?	?	?
10	1,01	0,45	0,21	1,04	0,56	0,61	0,47	1,86	0,55	1,36
11	?	?	1,51	2,65	?	2,41	?	?	?	?
12	3,34	0,56	?	1,59	1,05	0,43	?	1,51	0,31	0,77
13	3,2	0,55	?	?	?	0,48	?	?	?	0,87
14	3	0,46	?	?	?	?	?	?	?	?
15	3,36	0,57	?	?	?	?	?	?	?	?
16	4,96	?	?	2,77	?	1,16	?	?	?	?
17	3,66	0,35	0,21	1,46	0,63	0,6	0,60	2,32	0,17	1,71
18	5,83	1,01	0,42	2,43	0,97	0,95	0,42	2,51	0,17	0,94
19	4,21	0,69	0,37	2,27	0,57	0,7	0,54	3,98	0,14	1,01
20	3,77	0,54	0,34	1,75	0,64	0,63	0,63	2,73	0,17	1,17
21	3,03	0,47	0,17	1,08	?	0,6	0,36	?	?	1,28
22	3,37	0,53	0,13	?	?	?	0,25	?	?	?
23	?	0,59	?	1,32	?	?	?	?	?	?
24	1,89	0,34	?	?	?	0,6	?	?	?	1,76
25	3,18	0,46	?	1,79	?	?	?	?	?	?
26	2,37	0,43	?	?	?	0,54	?	?	?	1,26
27	4,54	0,63	?	?	?	?	?	?	?	?
28	3,32	0,7	0,32	?	0,68	?	0,46	?	0,20	?
29	4,54	0,53	?	?	?	0,58	?	?	?	1,09
30	2,82	0,47	?	?	?	?	?	?	?	?
31	4,7	0,92	0,29	2,46	?	1	0,32	?	?	1,09
32	4,93	?	?	2,1	0,71	0,98	?	2,96	0,14	?
33	4,97	1,05	0,61	?	?	?	0,58	?	?	?
34	5,52	1,2	?	2,49	0,77	1,25	?	3,23	0,14	1,04
35	?	?	?	?	?	1,35	?	?	?	?
36	5,78	0,78	?	2,5	1,22	?	?	2,05	0,21	?
37	3,58	?	0,27	?	0,77	0,52	?	?	0,22	?
38	3,8	0,49	0,15	2,13	0,65	0,8	0,31	3,28	0,17	1,63
39	4,06	0,62	0,27	?	?	0,8	?	?	?	1,29
40	3,58	?	0,33	?	0,67	0,6	?	?	0,19	?
41	5,28	0,95	0,45	2,55	1,02	1,12	0,47	2,50	0,19	1,18
42	4,5	0,6	?	2,04	0,8	0,84	?	2,55	0,18	1,40
43	10,32	2,15	1,16	4,6	1,75	?	0,54	2,63	0,17	?
44	8,8	1,81	0,79	3,88	1,11	1,67	0,44	3,50	0,13	0,92

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAI, M.; COIMBRA, J.C. & SILVA TELES, JR.A.C., 1997. *Síntese bioestratigráfica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil)*. In: 2º Simpósio da Bacia do Araripe – Bacias Interiores do Nordeste. Resumo das comunicações. p21.
- BLAKE, R.W., 2004. Fish functional design and swimming performance. *Journal of fish biology* (65), 1193-1222.
- BREDA, L.; OLIVEIRA, E.F.; GOULART, E., 2005. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. *Acta Sci. Biol. Sci.* (27) 4, 371-381
- CASTRO-LEAL, M.E. & BRITO, P.M., 2004. The ichthyodectiform *Cladocyclus gardineri* (Actinopterygii: Teleostei) from the Crato and Santana Formations, lower cretaceous of Araripe Basin, North-Eastern Brazil. *Annales de Paléontologie* (90), 103-113.
- DAVIS, S.P. & MARTILL, D.M., 1999. The gonorynchiform fish *dastilbe* from the lower cretaceous of brazil. *Palaeontology* (42) part 4, 715-740.
- LIGHTHILL, M.J., 1969. Hydromechanics of aquatic animal propulsion. *Ann. Ver. Fluid. Mech.* (1) 413-466.
- GRANDE, T. & POYATO-ARIZA, F. J., 1999. Phylogenetic relationships of fossil and Recent gonorynchiform fishes (Teleostei: Ostariophysi). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 125: 197-238.
- KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 1998. Archosaur soft tissue from the Cretaceous of the Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Nacional – Geologia*. 42: 8 – 9.
- MAISEY, J.G. (ed.), 1991. *Santana Fossils – An illustrated atlas*. Contributions to International Union of Geological Sciences – Project 242, The Cretaceous of South America, 459 p.
- MORRISSEY, L.B., JANVIER, P., BRANDDY, S.J., BENNETT, J.P., MARRIOTT, S.B., & TARRANT, P.R., 2006. Swimming with...devonian fish. *Geology today*, vol 22, No 2.
- MOURA, G.J.B., 2006. A Anurofauna da Formação Crato, Eocretáceo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 185p.
- MURRAY, A.M., 2000. The palaeozoic, mesozoic and early cenozoic fishes of Africa. *Fish and Fisheries* (1) 111-145.
- NEUMANN, V.H.M.L., 1999. *Estratigrafia, Sedimentologia, Geoquímica y Diagenese de los Sistemas Lacustres Aptienense-Albiense de la Cuenca de Araripe (Nordeste do Brasil)*. Tese de doutoramento, Departamento d' Estratigrafía y Paleontología, Departamento de Geoquímica, Petrologia y Prospección Geológica. Universidad de Barcelona. 233p.
- NEVES, F.M. & MONTEIRO, L.R., 2003. Body shape and size divergence among populations of *poecilia vivipara* in coastal lagoons of south-eastern brazil. *Journal of fish biology*. (63) 928-941.
- SALES, A.M.F., 2005. *Análise Tafonômica das Ocorrências de Concentrações de Macroinvertebrados fósseis do Membro Romualdo (Albiano) da Formação Santana, Bacia do Araripe, NE do Brasil: significado Estratigráfico, Temporal e Paleoambiental*. Tese de doutoramento, Programa de Pós-graduação em Geociência, Geologia Sedimentar, Departamento Geologia. Universidade de São Paulo, USP, GSA/IGC. 160p.
- SFAKIOTAKIS, M., LANE, D.M. & DAVIES, J.B.C., 1999. Review of fish swimming modes for aquatic locomotion, *journal of oceanic engineering*, vol 24, no. 2.
- WEBB, P.W., 1984. Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates. *American Zoologist*. (24) 107-120.
- ZAVALA-CAMIN, L.A., 2004. O planeta água e seus peixes. Santos: L.A. Zavala-Camin. 326p.