

ALESSANDRA DANIELE DA SILVA BOOS

**LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DA PALEOFAUNA DE
VERTEBRADOS REGISTRADA NA FORMAÇÃO SANTANA (CRETÁCEO,
BACIA DO ARARIPE), E COMENTÁRIOS ACERCA DO PATRIMÔNIO
FOSSILÍFERO BRASILEIRO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas. Referente à disciplina Estágio em Paleontologia, Departamento de Geologia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Vega Dias

**CURITIBA
JULHO DE 2007**

Este trabalho é dedicado à memória de Fritz
Müller, o primeiro biólogo da minha vida.

Agradeço aos meus pais, pelas oportunidades que tive; à minha irmã pela amizade; à minha orientadora pelas preciosas sugestões e ajuda no levantamento bibliográfico e ao Círculo Iniciático de Hermes pelo apoio espiritual. Também agradeço a todas as pessoas que de alguma forma, mesmo que indireta, tornaram este trabalho possível.

Darwin não poderia imaginar, com a pobreza de fósseis que dispunha, como a nossa relativa riqueza de hoje nos faria flutuar num oceano de incertezas (o que, seja dito de passagem é melhor do que afundar num lago de ignorância).

Newton Freire-Maia

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	
2 A BACIA DO ARARIPE	
3 A FORMAÇÃO SANTANA	
3.1 ASPECTOS TAFONÔMICOS DO MEMBRO ROMUALDO	
4 PALEOFAUNA DE VERTEBRADOS DA FORMAÇÃO SANTANA	
4.1 CHONDRICHTHYES	
4.2 OSTEICHTHYES	
4.2.1 Actinopterygii	
4.2.1.1 <u>Neopterygii primitivos</u>	
4.2.1.2 <u>Teleostei</u>	
4.2.1.2.1 Pycnodontiformes	
4.2.1.2.2 Aspidorhynchidae	
4.2.1.2.3 Ichthyodectiformes	
4.2.1.2.4 Ionoscopidae	
4.2.1.2.5 Elopomorpha.....	
4.2.1.2.6 Clupeiformes.....	
4.2.1.2.7 Ostariophysi	
4.2.1.2.8 Teleostei de afinidade incerta	
4.2.2 Sarcopterygii	
4.3 AMPHIBIA	
4.4 TESTUDINES	
4.5 SQUAMATA.....	
4.6 CROCODYLIA	
4.7 PTEROSAURIA.....	
4.7.1 Pterossauros de afinidade incerta	
4.7.2 Anhangueridae	
4.7.3 Tapejaridae	
4.8 DINOSAURIA.....	
4.9 AVES	
5 OS FÓSSEIS E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	

5.1 A EXPLORAÇÃO ILEGAL DE FÓSSEIS	
6 CONCLUSÕES.....	
REFERÊNCIAS.....	
ANEXOS	

RESUMO

Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica dos vertebrados descritos para a Formação Santana, situada na Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. A formação é dividida em três Membros: Crato, Ipubi e Romualdo, sendo conhecida mundialmente pela diversidade e qualidade dos fósseis encontrados, muitas vezes com preservação inclusive de tecidos moles. Destacam-se peixes, tartarugas, crocodilianos, pterossauros, dinossauros, penas de aves, além de outros. Embora a legislação brasileira não permita a saída de materiais fósseis do país, sem o devido conhecimento das autoridades competentes, a riqueza fossilífera da região não atrai somente pesquisadores de todo o mundo, como também os exploradores ilegais deste material. Mesmo depois de quase duzentos anos de exploração, a Formação Santana continua a propiciar novas descobertas. Até o momento já foram descritas 66 espécies de vertebrados para a formação, de forma que peixes e pterossauros correspondem à maioria dessas descrições. Esta monografia poderá servir como referência para o leitor interessado em conhecer a paleofauna de vertebrados da Formação Santana.

Palavras-chave: Paleontologia de Vertebrados; Formação Santana; Cretáceo; Legislação sobre fósseis.

ABSTRACT

This work presents a review of all vertebrates described for the Santana Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil. This formation is divided into three Members: Crato, Ipubi and Romualdo, and it is worldwide known by its fossils diversity and exquisite preservation, sometimes including soft tissue remains. The vertebrate fauna comprises fishes, turtles, crocodiles, pterosaurs, dinosaurs, bird feathers and others. Although Brazilian laws do not allow the exportation of fossils from the country, the abundance of fossils found in this region attracts researchers from all over the world as well as people who exploits illegally this material. Even almost two hundred years after the first expeditions to the Santana Formation, there is still a lot to be discovered. Until now 66 species of vertebrates were described, most of them represented by fishes and pterosaurs. This work can be used as a reference to any people who are interest on the knowledge of the vertebrate paleofauna of Santana Formation.

Keywords: Vertebrate Paleontology; Santana Formation; Cretaceous; Brazilian Law.

1 INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe é a mais extensa das bacias interiores do nordeste do Brasil; localizada na parte central do Planalto da Borborema, na sua paisagem se destacam a Chapada do Araripe e o Vale do Cariri. Porém, sob essa paisagem exuberante encontra-se um rico jazigo fossilífero, situado na Formação Santana (ASSINE, 1992; CARVALHO & SANTOS, 2005).

Um breve histórico dos achados nesta formação se faz necessário para melhor compreender a importância deste sítio para a Paleontologia.

Os estudos paleontológicos no Brasil iniciaram-se oficialmente no século XIX, com a chegada da comitiva da arquiduquesa da Áustria, Maria Leopoldina, que viajava para se casar com o príncipe regente do Brasil, Dom Pedro I. Integravam esta comitiva, a pedido do rei da Bavária, dois naturalistas: Johann Baptist von Spix e Karl Friedrich Philipp von Martius (MAISEY, 1991; KELLNER, 1998; CARVALHO & SANTOS, 2005).

Spix e Martius viajaram pelo interior do Brasil entre 1817 e 1820, mas não estiveram na Chapada do Araripe. Entretanto, em uma de suas expedições, receberam do Sr. Manuel Ignácio de Sampaio (então governador da província do Ceará) concreções calcárias contendo peixes fósseis daquela região. Sucintamente, os dois estudiosos descreveram a localidade e o material que receberam em seu livro *Reise in Brasilien*, além de publicarem (no mesmo livro) uma gravura de um dos peixes. Esta gravura é considerada a primeira ilustração de um vertebrado fóssil do Brasil (MAISEY, 1991; KELLNER, 1998; CARVALHO & SANTOS, 2005).

No século XIX, outras expedições estrangeiras de naturalistas começaram a visitar a Chapada do Araripe para estudos e conseqüente coletas de material. Assim, em 1840 o botânico britânico George Gardner visitou a região e coletou alguns peixes fósseis que foram enviados a Louis Agassiz, um ictiólogo suíço. A partir deste material, Agassiz descreveu as sete primeiras espécies de peixes do Araripe: *Aspidorhynchus comptoni*, *Lepidotes temnurus*, *Rhacolepis brama*, *Rhacolepis latus*, *Rhacolepis buccalis*, *Calamopleurus cylindricus* e *Cladocyclus gardneri*. Além disso, com base na ictiofauna encontrada, ele concluiu que este depósito brasileiro poderia

ser correlacionado com a Formação Chalk da Europa, datada do Cretáceo. Foi a primeira vez que um depósito geológico foi datado com base paleontológica no Brasil (MAISEY, 1991; CARVALHO & SANTOS, 2005).

No início do século XX é criado o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, promovendo a pesquisa paleontológica no país. Porém, esta pesquisa ainda encontrava-se muito restrita a pesquisadores estrangeiros (CARVALHO & SANTOS, 2005). Em 1913, HORACE SMALL define pela primeira vez a estrutura litológica da Bacia do Araripe, reconhecendo quatro unidades: conglomerado basal, arenito inferior, calcário Sant'Ana e arenito superior (MAISEY, 1991; ASSINE, 1992; CARVALHO & SANTOS, 2005). A litoestratigrafia da Bacia do Araripe despertou interesse em diversos estudiosos ao longo tempo, tais como: Beurlen, Mabesoone e Tinoco, Braun, Silva Santos e Valença, Moraes, Lima, Ponte e Appi, entre outros (MAISEY, 1991; ASSINE, 1992).

Na década de 40 iniciam-se os trabalhos do paleoictiólogo Rubens da Silva Santos na Formação Santana, considerado um dos maiores colaboradores para o desenvolvimento da ictiologia na região, com a descrição de novos táxons e revisão dos mais antigos. Até o final da década de 50, apenas peixes haviam sido encontrados na formação. Em 1959, o paleontólogo gaúcho Llewellyn Ivor Price, descreve o primeiro crocodiliano da formação, *Araripesuchus gomesii* (MAISEY, 1991; CARVALHO & SANTOS, 2005).

Nas décadas seguintes fica evidente a riqueza fossilífera da Formação Santana, com a descrição de diversos invertebrados (moluscos, equinóides, insetos, crustáceos), carófitas, pólen, coprólitos, penas de aves e principalmente ossos de vertebrados (anuros, pterossauros, tartarugas, dinossauros, entre outros). Entretanto, a comercialização ilegal de fósseis se intensifica também, e para combatê-la é criado o Projeto Chapada do Araripe no final dos anos 70, que coletou sistematicamente diversos fósseis e mapeou as áreas de interesse paleontológico. No final da década de 80, a preocupação era manter os exemplares na própria região e para este fim são criados o Centro de Pesquisas Paleontológicas da Chapada do Araripe e o Museu Paleontológico de Santana do Cariri (MAISEY, 1991; CARVALHO & SANTOS, 2005). Atualmente, o Museu Paleontológico de Santana do Cariri está trabalhando em

conjunto com o recém-criado Geopark Araripe, que integra uma rede de parques com temática geológica da UNESCO, fortalecendo o paleoturismo na região (SALES et al., 2007a; SALES et al., 2007b).

Nesses quase 200 anos de exploração da Formação Santana, muito material foi acumulado em coleções de museus e universidades da Europa e dos Estados Unidos, e diversos artigos científicos e livros foram publicados. Mas ainda assim há muito a ser estudado e a Formação continua a oferecer novas descobertas (MAISEY, 1991; KELLNER & CAMPOS, 1999; KELLNER & CAMPOS, 2000).

Este trabalho se propõe a realizar um levantamento bibliográfico de toda a paleofauna de vertebrados descrita até o momento para a Formação Santana.

2 A BACIA DO ARARIPE

A Bacia do Araripe está localizada na parte central do Planalto da Borborema, estendendo-se pelos estados do Ceará (sul), Pernambuco (noroeste) e Piauí (extremo leste) (ARAI et al., 2004). Possui uma área de 9.000 km² segundo ASSINE (1992), mas segundo ARAI et al. (2004) baseados em dados de BEURLLEN (1963), esta área seria de até 12.200 km². É a mais extensa das bacias interiores do nordeste do Brasil e nela se destaca a Chapada do Araripe (**figura 1**), divisor de águas dos rios Jaguaribe e São Francisco (BRITO, 1975; ASSINE, 1992).

Os primeiros trabalhos geológicos sobre a região foram publicados no início do século passado, sendo o de SMALL (1913) um trabalho pioneiro (ASSINE, 1992). Este trabalho classificou o registro sedimentar da bacia em quatro unidades: conglomerado basal, arenito inferior, calcário Santana e arenito superior, que posteriormente receberam as respectivas denominações: Formação Cariri, Formação Missão Velha, Formação Santana e Formação Exu (ASSINE, 1992). Atualmente é mais aceita e utilizada a classificação de PONTE e APPI (1990) com oito formações, da mais antiga para a mais recente: Mauriti, Brejo Santo, Missão Velha, Abaiara, Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exu (ARAI et al., 2004). Sendo que as quatro últimas formações fazem parte do chamado Grupo Araripe, enquanto as demais (exceto Mauriti) integram o Grupo Vale do Cariri (PONTE & APPI, 1990).

Considerando-se a estratigrafia de seqüências, a coluna estratigráfica (**figura 2**) que é contínuo objeto de estudos e discussões (**quadro 1**), continua dividida em quatro seqüências, limitadas por discordâncias: a) sedimentação regional, tida como paleozóica (Siluriano-Devoniano) para alguns autores (ASSINE, 1992; PONTE & PONTE FILHO, 1996) por correlação com outras bacias, ou considerada mesozóica (neojurássica ou eocretácea) devido à presença de icnofósseis de dinossauros em sedimentos que supostamente pertencem a esta seqüência (CARVALHO, VIANA & LIMA FILHO, 1995 apud ARAI et al., 2004); b) sedimentação pré-rifte (neojurássica a eocretácea); c) sedimentação sinrifte neocomiana (eocretácea); d) sedimentação regional do Grupo Araripe ou pós-rifte (Aptiano-Albiano) (PONTE & PONTE FILHO, 1996; ARAI et al., 2004; FARA et al., 2005). Segundo BERTHOU (1994), os

melhores dados para determinar a cronoestratigrafia da bacia são os palinológicos, pois a grande abrangência estratigráfica dos fósseis de vertebrados e de plantas são pouco úteis para esta determinação.

É importante lembrar que a origem e a modificação da Bacia do Araripe estiveram ligadas à quebra do Gondwana e à abertura do Atlântico Sul, sendo que tais processos levaram à formação da margem continental brasileira (PONTE & PONTE FILHO, 1996).

3 A FORMAÇÃO SANTANA

A Formação Santana pertence ao Grupo Araripe, que também engloba as formações Rio da Batateira, Arajara e Exu, todas pertencentes ao estágio pós-rifte de sedimentação (ARAI et al., 2004). A Formação Santana aflora na parte inferior da Chapada do Araripe e está subdividida pelos Membros: Crato, Ipubi e Romualdo. O primeiro e mais basal (Crato) é formado por seqüências carbonáticas espessas, sendo comum a presença de folhelhos betuminosos intercalados por siltitos e argilas. O Membro Ipubi, predominantemente evaporítico, é composto de gipsitas, anidritas, folhelhos e carbonatos, enquanto o Membro Romualdo é formado por argilas sílticas, arenitos, folhelhos, lentes de calcário e margas, onde se formam concreções calcárias, nos quais com freqüência são descobertos fósseis de peixes (BRITO, 1975; ARAI et al., 2004).

MARTILL (1993) sugere que a Formação Santana se restringiria somente ao Membro Romualdo, e que os demais membros deveriam ser elevados à categoria de formação. Baseados em parte neste trabalho, NEUMANN e CABRERA (1999) propuseram a denominação Grupo Santana, que englobaria as formações Rio da Batateira, Crato, Ipubi, Romualdo e Arajara. Porém, BERTHOU (1994) alerta que MARTILL (op.cit.) utilizou dados, metodologia e conceitos litoestratigráficos incorretos e que, portanto, suas colocações não deveriam ser consideradas. No presente trabalho, é seguido o conselho de BERTHOU e adota-se a nomenclatura inicialmente proposta por PONTE e APPI (1990) e utilizada pelo próprio BERTHOU (1994), em que a Formação Santana é dividida em três Membros: Crato, Ipubi e Romualdo.

Divergências à parte, entre todas as unidades estratigráficas da Bacia do Araripe, a Formação Santana é a que apresentou até o momento a maior diversidade e quantidade de fósseis, tornando-se conhecida mundialmente (ARAI et al., 2004; OLIVEIRA & KELLNER, 2007). São encontrados na formação coprólitos, microfósseis, insetos, aracnídeos, crustáceos, moluscos, equinóides, estromatólitos, restos vegetais, peixes, anuros, crocodilianos, pterossauros, dinossauros, entre outros. Devido à excepcional preservação do material fóssil, muitas vezes tridimensional, a

Formação Santana é considerada um *Lagerstätte* (MAISEY, 1991; ARAI et al., 2004; FARA et al., 2005).

De acordo com KELLNER (1998), a formação estaria dividida na realidade em dois *Lagerstätten* distintos, devido ao tipo de rochas e de processo de fossilização: a) o Membro Crato, que é considerado um ambiente lacustre de água doce, cujos fósseis são normalmente preservados comprimidos; b) o Membro Romualdo, que representa um grande corpo de água salgada, mas não um mar aberto, cujos fósseis são preservados em três dimensões, muitas vezes com fossilização de partes moles.

Segundo BRITO (1975), o alto grau de preservação do material encontrado indica também um ambiente de águas calmas e com pouco oxigênio no fundo, retardando a putrefação e o retrabalhamento dos organismos. Entretanto, existe a hipótese de que na região da bacia teria existido um grande golfo com afluxo de águas fluviais, durante a deposição do Membro Romualdo. As águas deste golfo apresentariam grande variação de salinidade, tanto vertical quanto horizontalmente, formando diversificados microhabitats, o que explicaria a diversidade de fósseis encontrados nestes estratos. Além disso, já não existiria um ambiente calmo e estável, o que é atestado por bancos de conchas quebradas de moluscos (SILVA-SANTOS & VALENÇA 1968 apud BRUNO & HESSEL, 2006; MABESOONE & TINOCO apud BRUNO & HESSEL, 2006).

Geocronologicamente, a Formação Santana é datada do Cretáceo Inferior, entre as idades Aptiano Superior e Albiano, de forma que o Membro Crato contém a seqüência Aptiano Superior-Albiano (aproximadamente 112 milhões de anos), o Membro Ipubi provavelmente corresponde ao Albiano Inferior-Médio (aproximadamente 111 milhões de anos) e o Membro Romualdo ao Albiano Médio-Superior (aproximadamente 99 milhões de anos) (MAISEY, 1991; BERTHOU, 1994; INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY, 2007).

3.1 ASPECTOS TAFONÔMICOS DO MEMBRO ROMUALDO

O Membro Romualdo da Formação Santana apresenta fósseis que sofreram uma diagênese peculiar, que resultou na formação de concreções calcárias. Essas concreções foram divididas qualitativamente em três tipos: Santana, Jardim e Missão

Velha, assinalando também as localidades onde o material fóssil é mais abundantemente encontrado (MAISEY, 1991).

A formação de concreções (**figura 3**) ocorre sob condições muito especiais e raras; no caso do Membro Romualdo, isto ocorreu devido à precipitação de carbonato de cálcio em torno das carcaças, talvez antes mesmo do soterramento. Esta precipitação é consequência da liberação de amônia e aminas, resultantes da decomposição do organismo, que aumentam o pH do meio. Assim, inicia-se a precipitação de carbonato de cálcio sobre os tecidos moles, muitas vezes antes da desarticulação ou deterioração significativa do organismo. Este serve de núcleo inicial para a agregação do mineral que continua radialmente a se agregar nos poros do sedimento envolvente (MEDEIROS, 2004).

Nas concreções do Membro Romualdo são encontrados principalmente peixes, mas também crocodilianos, tartarugas, pterossauros, frondes de coníferas, dinoflagelados e invertebrados aquáticos associados aos peixes (conteúdo estomacal). A quantidade incrível encontrada de peixes preservados sugere também a ocorrência de eventos catastróficos, como a proliferação em massa de dinoflagelados (liberando toxinas letais), flutuação na salinidade e mudanças bruscas na temperatura da água. Tais eventos causavam a mortalidade em massa desses animais e consequente acúmulo de carcaças; estas, por sua vez, consumiam grande parte do oxigênio da água no processo de deterioração, desacelerando a decomposição aeróbica dos organismos. Com o soterramento progressivo das carcaças, ocorreu a consolidação dos processos diagenéticos (MAISEY, 1991; MEDEIROS, 2004). Esta é atualmente a explicação mais aceita para os eventos que levaram à formação das concreções calcárias do Membro Romualdo, porém, outros autores propuseram diferentes modelos, de forma que os processos envolvidos na formação e estabelecimento das concreções são contínuo objeto de discussão (ver MAISEY, 1991 para uma revisão).

4 PALEOFAUNA DE VERTEBRADOS DA FORMAÇÃO SANTANA

Sem dúvida os fósseis de vertebrados mais conhecidos e abundantes da Formação Santana são os peixes, que ocorrem principalmente nas concreções calcárias do Membro Romualdo. Ao longo de vários metros em uma seção, é encontrada uma grande quantidade desses animais, o que estaria associado a uma seca periódica e conseqüente mortalidade em massa (**figura 3**) (PLUMMER, 1948 apud BRUNO & HESSEL, 2006). Para outros autores (PRICE, 1959 apud BRUNO & HESSEL, 2006; MARTILL, 1990 apud BRUNO & HESSEL, 2006; FARA et al., 2005) teria existido uma variação brusca na salinidade, temperatura ou oxigenação do ambiente, o que explicaria a rápida fossilização e incrível preservação dos espécimes.

4.1 CHONDRICHTHYES

Desde o final do Siluriano há registros fósseis desse grupo. Porém, seus representantes não apresentaram muitas modificações morfológicas ao longo do tempo geológico, retendo muitos caracteres basais, o que faz com que os tubarões, por exemplo, sejam usados para exemplificar uma forma corpórea ancestral de vertebrado (POUGH et al., 2003).

Os Chondrichthyes, desde as espécies mais antigas até as atuais, possuem uma grande variedade de hábitos de vida e habitats. As principais diferenças entre os grupos estão nos dentes, nas maxilas e nas nadadeiras. Apesar do abrangente e bem conservado registro fóssil, a filogenia deste grupo não está bem resolvida (POUGH et al., 2003).

Os Chondrichthyes estão divididos em dois principais grupos: Elasmobranchii (raias, tubarões e cações) e Holocephali (quimeras). Destes, os elasmobrânquios são os mais conhecidos, tanto atualmente quanto no registro fóssil (CARROLL, 1988). A partir do Triássico, inicia-se a radiação moderna dos Elasmobranchii; no Jurássico surgem os tubarões que remetem às formas atuais e no Cretáceo já aparecem os gêneros que sobrevivem até hoje (POUGH et al., 2003).

Na Formação Santana são encontrados os elasmobrânquios *Tribodus limae*, um tubarão hibodontídeo, e *Iansan beurleni* (**figura 4**), uma raia rinobatídea de pequeno porte (MAISEY, 1991; BRITO & SERET, 1996).

Os hibodontídeos eram muito comuns no Triássico e Jurássico. Ao fim do Cretáceo, seus representantes são reduzidos e o táxon extingue-se no início do Cenozóico. Eram caracterizados principalmente pela presença de um ou dois pares de espinhos cefálicos, em forma de gancho (CARROLL, 1988).

Tribodus limae possuía grandes dentículos dérmicos em forma de espinho que cobriam o corpo inteiro. Esses dentículos não estavam em constante crescimento ou reposição como as escamas de muitos hibodontídeos mais antigos. O seu grande porte e escamas em forma de espinho são ainda observados em diversos tubarões demersais modernos e raias. É o primeiro registro de um tubarão hibodontídeo na formação e o segundo do Cretáceo brasileiro (MAISEY, 1991).

Os rinobatídeos constituem um grupo de raias basais, encontradas desde o Jurássico Superior aos dias atuais. São consideradas formas basais por apresentarem espinhos na nadadeira dorsal e um rostro longo (CARROLL, 1988). As inter-relações dos rinobatídeos modernos estão mal resolvidas e alguns fósseis possuem status filogenético indeterminado. *Iansan beurleni* possui diversas características que o aproxima mais dos rinobatídeos (MAISEY, 1991).

Iansan beurleni era originalmente denominada *Rhinobatos beurleni* (SANTOS & VALENÇA 1968 apud BRITO & SERET, 1996), mas após sua redescritção na década de 90, recebeu o nome *Iansan* (BRITO & SERET, 1996). É uma raia de pequeno porte que não possui muitas das peculiaridades morfológicas das raias atuais, mas ainda assim comparável a gêneros viventes (MAISEY, 1991).

4.2 OSTEICHTHYES

O período Devoniano é conhecido como a “Era dos Peixes”, e os Osteichthyes já estavam presentes, em plena expansão no número de formas. Na realidade, há o registro de fragmentos fósseis desse táxon datados do final do Siluriano (POUGH et

al., 2003). Na Formação Santana, este grupo está representado por diversas espécies, pertencentes em geral ao grupo dos Actinopterygii.

4.2.1 Actinopterygii

Os peixes Actinopterygii são aqueles que possuem as nadadeiras pares e medianas sustentadas por muitos raios paralelos do endoesqueleto (CARROLL, 1988). Dividem-se em: Polypteriformes (Cladistia), Acipenseriformes (Chondrostea) e Neopterygii. Neopterygii engloba os peixes ósseos com características basais, como Lepisosteiformes e Amiiiformes, além de Teleostei e seus fósseis relacionados (POUGH et al., 2003).

4.2.1.1 Neopterygii primitivos

A única ocorrência de Lepisosteidae para a formação é o gênero *Obaichthys*, cujas espécies descritas são: *O. laevis* e *O. decoratus*. É um gênero extremamente raro no Membro Romualdo, sendo conhecido por somente três espécimes. (WENZ & BRITO, 1992; KELLNER & CAMPOS, 1999).

Em 1907, JORDAN (apud MAISEY, 1991) obteve um espécime completo de *Notelops brama* e o classificou erroneamente como pertencendo ao gênero *Calamopleurus*, sem analisar o espécime-tipo (depositado no Museu Britânico). A partir deste fato a taxonomia do gênero *Calamopleurus* ficou confusa. Em 1908, JORDAN e BRANNER (apud MAISEY, 1991) descobrem um novo gênero e espécie de peixe, denominando-o *Enneles audax*. Após subseqüentes observações e estudos, percebeu-se que na realidade *Enneles audax* e *Calamopleurus cylindricus* referiam-se ao mesmo animal. Ambas denominações têm a mesma preferência na nomenclatura internacional, sendo *Calamopleurus* o nome mais antigo disponível (MAISEY, 1991).

Calamopleurus cylindricus (= *Enneles audax*) era um grande peixe da Família Amiidae, com uma ampla boca e dentes cônicos similares a caninos. Era um predador eficaz capaz de capturar grandes presas¹.

A família a qual *Calamopleurus* pertence é atualmente representada por uma única espécie, *Amia calva*. *Amia* e outros gêneros relacionados são importantes na história evolutiva dos peixes, pois se acredita que tenham uma relação primitiva com os teleósteos, devido à presença de uma articulação peculiar na maxila de *Amia* e fósseis aparentados. Tal articulação é formada pelo simplético ligado ao quadrado e à mandíbula, enquanto nos teleósteos o simplético está ligado apenas ao quadrado. Assim, PATTERSON (1973 apud MAISEY, 1991) propôs que essa articulação dupla é um caráter derivado, compartilhado por um grupo aparentemente monofilético, conhecido como Halecomorphi. Como ainda não estão bem resolvidas as relações filogenéticas entre os Amiidae recentes e os fósseis, outras hipóteses foram propostas para organizar o próprio grupo (MAISEY, 1991).

Outro táxon descrito para a formação é *Araripelepidotes temnurus*, um semionotídeo que foi descrito primeiramente como *Lepidotes temnurus* por Agassiz em 1841. Posteriormente (em 1990), Santos revisou o táxon e atribuiu o presente nome (MAISEY, 1991; BRITO & GALLO, 2003a).

O primeiro registro de um *Lepidotes* de fato na Formação Santana só se deu recentemente, com o material descrito de *Lepidotes wenzae* (**figura 5**) (BRITO & GALLO, 2003a; BRITO & GALLO, 2003b).

Os semionotídeos eram peixes primitivos com uma forte armadura de escamas ósseas, muito comuns durante o Mesozóico, quando colonizaram com sucesso diversos ambientes aquáticos (MAISEY, 1991). Estavam distribuídos do Triássico Médio ao Cretáceo Superior, nos estratos da porção oeste do Gondwana (BRITO & GALLO, 2003b). Não se modificaram anatomicamente de forma expressiva durante o seu tempo de dominância (MAISEY, 1991).

¹ Encontra-se um exemplar no Museu Americano de História Natural em cuja faringe há um *Vinctifer* de tamanho considerável (MAISEY, 1991).

4.2.1.2 Teleostei

4.2.1.2.1 Pycnodontiformes

Os picnodontes não são muito abundantes e diversificados na Formação Santana, de forma que somente duas espécies foram descritas até o momento: *Neoproscinetes penalvai* e *Iemanja palma*. Porém, devido à incrível preservação tridimensional de espécimes praticamente completos (de *Neoproscinetes*), foi possível estudar mais detalhadamente a estrutura desses animais (MAISEY, 1991).

A característica mais marcante dos picnodontes é a dentição altamente especializada, com numerosos dentes. Isto indica que poderiam capturar a presa com os dentes incisiviformes e quebrar conchas de moluscos e crustáceos com os dentes similares a molares (MAISEY, 1991; KELLNER & CAMPOS, 1999). O formato do corpo (achatado e quase circular) indica que se trata provavelmente de peixes sedentários e de nado lento (MAISEY, 1991).

4.2.1.2.2 Aspidorhynchidae

Vinctifer (**figura 6**) é um dos fósseis mais abundantemente encontrados na Formação Santana. Alguns autores (ver MAISEY, 1991 para uma revisão) defendem que este seria um bom fóssil-guia para o Aptiano Superior. Outros representantes do gênero já foram descritos para a bacia Sergipe-Alagoas, para a bacia do Parnaíba e para a Bahia (MAISEY, 1991). Eram peixes de corpo muito alongado e cilíndrico (SILVA SANTOS, 1994). Até o presente momento, há dois registros do gênero na formação: *V. comptoni* e *V. araripinensis*.

A primeira espécie apresenta diversas características bem distintas dos outros membros do táxon Aspidorhynchidae – o que fez SILVA SANTOS, em 1990, considerá-lo como pertencente a uma nova família, a Vinctiferidae – como por exemplo ausência de supramaxila, mandíbula com acentuado formato triangular e com a porção anterior do focinho alongada e sem dentes (MAISEY 1991; SILVA SANTOS, 1994). As nadadeiras ímpares estavam localizadas muito atrás no corpo,

característica também observada em outras espécies de *Vinctifer*, e que auxiliaria a nadadeira caudal no deslocamento, proporcionando um nado rápido (SILVA SANTOS, 1994).

A segunda espécie, *Vinctifer araripinensis*, foi definida em 1972 por SILVA SANTOS (apud SILVA SANTOS, 1994), mas sua descrição completa só foi realizada em 1994 pelo mesmo autor. Isto se deve ao fato de Silva Santos pensar, na época, que o indivíduo encontrado era possivelmente uma forma juvenil de algum *Vinctifer*. Após catalogação de alguns peixes de uma coleção paleoictiológica, foram reconhecidos mais três exemplares como representantes de *V. araripinensis*, também coletados no mesmo local do espécime, acabando com uma dúvida de mais de vinte anos. Do gênero *Vinctifer*, esta é a espécie de menor porte e com dentes mais desenvolvidos (SILVA SANTOS, 1994).

4.2.1.2.3 Ichthyodectiformes

Cladocyclus é um gênero que faz parte de uma importante família, os Ichthyodectiformes, cujas evidências apontam como sendo enormes predadores (MAISEY, 1991). Segundo PATTERSON e ROSEN (1977) citados por MAISEY (1991), esta família é o grupo-irmão extinto dos atuais teleósteos. É um achado menos comum do Membro Crato, com uma centena de espécimes, enquanto o peixe mais abundantemente encontrado possui milhares de espécimes coletados (KELLNER & CAMPOS, 1999).

Cladocyclus gardneri possuía grande porte, atingindo mais de um metro de comprimento padrão. A outra espécie descrita para o gênero é *Cladocyclus ferus*, que difere por ter um porte menor (menos de 50 cm de comprimento padrão). Ao longo dos anos muitos gêneros novos foram criados para alguns espécimes, que posteriormente foram identificados como *Cladocyclus*. Isso se deve ao fato de alguns exemplares apresentarem uma mistura tal de características que confundem os taxonomistas (MAISEY, 1991). Há duas sinonímias para *C. gardneri*: *Anaedopogon tenuidens* e *Ennelichthys derbyi*.

Supõem-se que tanto *Cladocycclus* quanto *Vinctifer* possam ter sido peixes marinhos de intensa atividade natatória. Entretanto, não se descarta a possibilidade de *Vinctifer* ter sido mais lento, devido à presença de escamas ganóides (que diminuam a flexibilidade do corpo), assim, somente quando precisava capturar suas presas ele se empenhava num nado mais rápido (SILVA SANTOS, 1994).

4.2.1.2.4 Ionoscopidae

A primeira e única descrição até o momento de Ionoscopidae para a Formação Santana é o gênero *Oshunia*. Esta família compreende peixes extintos do Mesozóico tardio, muito raros de serem encontrados, com poucos táxons descritos. Compartilham com os Amiidae a articulação dupla do simplético ao quadrado e à mandíbula. *Oshunia* possuía dentição não especializada mas desenvolvida, o que indica possível comportamento alimentar de um animal generalista oportunista, predando pequenos peixes ou invertebrados. Apenas cinco espécimes foram encontrados até o momento, pertencentes a duas espécies: *O. brevis* e *Oshunia* sp. (MAISEY, 1991; KELLNER & CAMPOS, 1999).

Placidichthys bidorsalis é um achado consideravelmente recente, e como o próprio nome específico sugere, a principal característica morfológica deste táxon é a presença de duas nadadeiras dorsais (BRITO, 2000). Inicialmente, este espécime foi identificado como *Ophiopsis*, que é uma espécie que nunca foi descrita e nem teve um espécime denominado como tipo, tornando-se um *nomen nudum* (MAISEY, 1991; BRITO, 2000). *P. bidorsalis* compartilha algumas sinapomorfias com Ionoscopidae, porém sua posição dentro do clado é ainda discutível (BRITO, 2000).

4.2.1.2.5 Elopomorpha

Os Elopomorpha apareceram no final do Jurássico e são notáveis por possuir uma larva especializada (leptocéfala). Atualmente o grupo compreende os tarpões, as falsas enguias e as enguias verdadeiras (POUGH et al., 2003). Na formação, são encontrados alguns de seus representantes extintos, tendo sido descritas até o momento

seis espécies: *Brannerion vestitus*, *Brannerion latus*, *Paraelops cearensis*, *Rhacolepis buccalis*, *Rhacolepis defiorei* e *Notelops brama* (MAISEY, 1991).

Rhacolepis (Família Pachyrhizodontidae), um dos fósseis mais abundantes das concreções calcárias do Membro Romualdo, apresenta freqüentemente excelente conservação, inclusive em três dimensões, e até com a presença de camarões preservados em seu conteúdo estomacal. Tais espécimes fornecem informações preciosas para o estudo da tafonomia e preservação dos fósseis da Formação Santana (MAISEY, 1991; KELLNER & CAMPOS, 1999).

Inicialmente AGASSIZ (1841 *In* MAISEY, 1991) descreveu três espécies para o gênero, que mais tarde foram removidas para *Notelops* (*Rhacolepis brama*), *Brannerion* (*R. latus*) e *R. buccalis*, única espécie que permaneceu no gênero. A nova espécie adicionada ao gênero (D'ERASMO, 1938 apud MAISEY, 1991), *R. defiorei*, nunca foi revisada. *R. defiorei* diferencia-se da espécie supracitada por ter um corpo mais volumoso e um tronco proporcionalmente mais curto e nadadeiras ventrais levemente mais anteriores em relação à dorsal (MAISEY, 1991).

4.2.1.2.6 Clupeiformes

Os Clupeiformes atuais são representados pelas anchovas, pelas sardinhas e pelos arenques (CARROLL, 1988), vivem em cardumes e são muito importantes para a pesca comercial (POUGH et al., 2003). Dois indivíduos pequenos foram encontrados em uma concreção na Formação Santana e podem representar o registro conhecido mais primitivo de Clupeiformes (MAISEY, 1991). Esses dois espécimes permaneceram com gênero indeterminado por um breve período, e após outros exemplares terem sido encontrados em algumas coleções, a nova espécie ficou conhecida como *Santanaclupea silvasantosi*, mas sua posição dentro do grupo é incerta (MAISEY, 1993).

4.2.1.2.7 Ostariophysi

Os Ostariophysi evoluíram antes do final do Cretáceo, e atualmente representam cerca de 80% de todas as espécies de peixes de água doce. O grupo inclui as piranhas, as carpas, os bagres, os peixes-elétricos entre outros (POUGH et al., 2003).

Dastilbe (**figura 7**) é um gênero primitivo de Ostariophysi. No Membro Crato são encontradas duas espécies: *D. crandalli* e *D. elongatus*, sendo esta última de maior porte que a primeira (MAISEY, 1991). Este gênero representa o fóssil mais comumente encontrado no Membro Crato (KELLNER & CAMPOS, 1999). Entretanto, devido à grande plasticidade morfológica desses animais, DAVIS e MARTILL (1999) assumem que só existe uma espécie para o gênero na formação: *Dastilbe crandalli*.

D. crandalli era provavelmente um peixe de pequeno a médio tamanho, com movimentos relativamente rápidos, evitando a predação por peixes maiores (OLIVEIRA et al., 2006). Porém, há indícios de que alguns poucos indivíduos maiores eram piscívoros (foram encontrados pequenos peixes no trato alimentar desses exemplares) e até canibais (DAVIS & MARTILL, 1999; OLIVEIRA et al., 2006).

Outro Ostariophysi abundantemente encontrado na Formação Santana é *Tharrhias* (FARA et al., 2005). É consenso aceitar que existe apenas uma espécie descrita para a formação: *Tharrhias araripis* (**figura 8**). Porém, há algumas discussões acerca de *Tharrhias rochae*, que foi descrita inicialmente como outro gênero (*Cearana*). As variações morfológicas encontradas entre os dois fósseis são tão pequenas que argumenta-se que elas poderiam se dar devido a variações na preservação ou até mesmo por dimorfismo sexual (MAISEY, 1991).

Estudos com o conteúdo estomacal de exemplares de *Tharrhias* e de *Rhacolepis* revelam um pouco da dinâmica ecológica da Bacia do Araripe, demonstrando que provavelmente os dois animais não competiam pelo mesmo recurso alimentar, pois o primeiro se alimentava do plâncton e o segundo preferia pequenos peixes e decápodos bentônicos. Além disso, esses dois peixes raramente são encontrados no mesmo horizonte (MAISEY & CARVALHO, 1995).

Há estimativas indicando que *Tharrhias*, *Rhacolepis* e *Vinctifer* representariam 90% de todos os espécimes conhecidos do Membro Romualdo (KELLNER & CAMPOS, 1999).

4.2.1.2.8 Teleostei de afinidade incerta

Ao longo do tempo muitas espécies ao redor do mundo foram agrupadas como *Leptolepis*, por possuírem algumas características gerais de teleósteos e por datarem do Mesozóico. Admite-se que todas as espécies agrupadas a este gênero formem uma assembléia de teleósteos primitivos, incluindo os representantes basais de Teleostei e algumas formas mais avançadas. (MAISEY, 1991).

No Membro Romualdo, foi descrito *Leptolepis diasii*, porém, em 1991, SILVA SANTOS propôs substituir o gênero *Leptolepis* por *Santanaichthys*, devido ao fato deste apresentar fontanelas no teto craniano, ossos intermusculares epipleurais na região abdominal do corpo e também porque os exemplares estudados possuíam apenas alguns caracteres merísticos em comum com *Leptolepis*, o que não justificava a permanência no gênero (SILVA SANTOS, 1991; SILVA SANTOS, 1995).

Analisando posteriormente o material usado na proposição de *Santanaichthys*, foi possível reconhecer mais uma nova espécie: *Beurlenichthys ouricuriensis*, também encontrada na Bacia Sergipe-Alagoas na Formação Riachuelo (Membro Taquari). Ambos os táxons são similares superficialmente, mas possuem distinções no padrão das maxilas e no endoesqueleto caudal (FIGUEIREDO & GALLO, 2004).

Outro teleósteo descrito é *Araripichthys castilhoi*, que tinha extensas nadadeiras dorsal e anal, porém não possuía cintura pélvica e nadadeiras pélvicas. Este gênero é raramente encontrado nas assembléias da formação, sendo descrito pela primeira vez somente em 1985 por SILVA SANTOS, pois anteriormente especula-se que tenha sido confundido com alguns picnodontes (MAISEY, 1991).

4.2.2 Sarcopterygii

Segundo CARROLL (1988), Sarcopterygii são os peixes com nadadeiras lobadas e carnosas, duas nadadeiras dorsais (uma anterior e outra posterior) e um lobo epicordal na nadadeira caudal. Após o Paleozóico este grupo sofreu radiação adaptativa e diversificou-se em muitas linhagens, das quais apenas três persistiram: a dos celacantos (possivelmente a mais primitiva); a que levou aos peixes pulmonados (como *Lepidosiren*, popularmente conhecida como pirambóia no Brasil); e a que conduziu aos tetrápodes (cujas nadadeiras pareadas são modificadas) (CARROLL, 1988; MAISEY, 1991).

Para a Formação Santana foram descritas três espécies de celacanto: *Axelrodichthys araripensis* (que podia atingir comprimento de 1-2m) (**figura 9**), *Mawsonia gigas* (com comprimento de mais de 3 m) sendo um achado incomum e muito fragmentado e *Mawsonia brasiliensis*, cujo holótipo está completo e articulado (MAISEY, 1991; YABUMOTO, 2002). Uma peculiaridade desses Sarcopterygii da formação é possuir um conjunto “extra” de ossos (os pós-parietais) que não está presente na maioria dos demais celacantos. Isto pode representar uma sinapomorfia para estes dois gêneros (MAISEY, 1991).

Quanto a *Mawsonia gigas*, mesmo com pouco material disponível, já foi possível estimar que se trata de um animal muito maior que *Axelrodichthys*, inclusive podendo ter sido o maior celacanto que já existiu. Todas as espécies de *Mawsonia* descritas são do Cretáceo Inferior, encontradas no Brasil e na África Ocidental e Setentrional. Esta distribuição é muito interessante para estudos sobre a deriva continental e a biogeografia de táxons extintos (MAISEY, 1991).

Só existem duas espécies viventes de celacantos, restritas aos oceanos Índico e Pacífico. Os últimos registros fósseis desses animais coincidem com o fim do Cretáceo, e por muito tempo imaginou-se que eram peixes extintos. No final da década de 30, um espécime foi capturado por uma traineira na África do Sul e posteriormente identificado como um celacanto. Em 1998, foi capturado um exemplar que revelou a segunda espécie. Especula-se muito acerca do porque não existem registros do Cenozóico desses animais, já que eles sobreviveram (mesmo que em reduzidíssimo

número) até os dias atuais. Possivelmente a não preservação seja devida ao tipo de ambiente que habitavam (MAISEY, 1991; HOLDER et al., 1999; POUGH et al., 2003).

4.3 AMPHIBIA

As três linhagens existentes de anfíbios (Urodela, Anura e Gymnophiona), apesar de bastante diferentes morfologicamente, compreendem um grupo monofilético. Anura, o grupo mais conhecido e numeroso, provavelmente evoluiu de uma forma corporal similar à das salamandras. O anuro mais antigo é do Jurássico Inferior da América do Norte (POUGH et al., 2003).

No Membro Crato da Formação Santana foram encontrados alguns exemplares de anuros. Dentre eles, MAISEY (1991) descreve um espécime que contém partes do crânio, maxilas, cintura pélvica e membros posteriores. Infelizmente, não é possível obter maiores informações acerca do táxon.

Outros exemplares foram utilizados em estudos tafonômicos, e se apresentavam em sua maioria bem articulados e com bom grau de preservação, sugerindo soterramento rápido e pouco ou nenhum transporte após a morte. Mesmo assim, a preservação do material não permite uma classificação taxonômica mais acurada (MOURA & BARRETO, 2006).

Há duas importantes implicações nesses achados: o reforço da hipótese que o ambiente do Membro Crato era lacustre – o que também é apoiado pela diversa entomofauna encontrada no local que proveria alimento para esses indivíduos – e o fato de fósseis de anuros serem extremamente raros (devido à delicadeza e ao tamanho de seu esqueleto), logo, exemplares como estes representam uma grande contribuição para o entendimento da evolução e biogeografia dos anuros (MAISEY, 1991; MOURA & BARRETO, 2006).

4.4 TESTUDINES

As tartarugas se diversificaram com muito sucesso especialmente no Cretáceo. Antes deste período, o registro fóssil destes animais é muito escasso (HIRAYAMA, 1998). Tartarugas foram descritas para a Formação Santana, especialmente para o Membro Romualdo. Cinco espécies são conhecidas: *Araripemys barretoii* (**figura 10**), *Santanachelys gaffneyi*, *Brasilemys josai*, *Cearachelys placidoi* e *Caririemys violetae* (GAFFNEY et al., 2001; OLIVEIRA & KELLNER, 2007). Há também uma Podocnemidoidea, ainda não descrita, proveniente também do Membro Romualdo (OLIVEIRA & KELLNER, 2005a) e uma Pelomedusidae primitiva não identificada que foi adquirida pelo Museu Senckenberg de Frankfurt (MAISEY, 1991). Em 2005, OLIVEIRA e KELLNER reportam a primeira ocorrência de tartaruga no Membro Crato, descrevendo um plastrão incompleto, ao qual foi atribuída a espécie *Araripemys barretoii* (OLIVEIRA & KELLNER, 2005b, 2005c).

Além dessas espécies descritas, há muitas que não foram ainda devidamente estudadas e que provavelmente representam novos táxons (OLIVEIRA & KELLNER, 2005a). A Formação Santana é o depósito mais diversificado de Testudines mesozóicos do Brasil (OLIVEIRA & KELLNER, 2007).

4.5 SQUAMATA

O grupo Squamata inclui os anfisbenídeos, lagartos e as serpentes. Os registros fósseis deste grupo são geralmente muito escassos e incompletos no mundo inteiro, com exceção de depósitos do Jurássico Superior da China e da Europa, onde podem ser encontrados membros da maioria dos grupos atuais (POUGH et al., 2003). No Membro Crato foi encontrado o segundo “lagarto” cretácico do Brasil: *Tijubina pontei*, cujo holótipo possui impressões de escamas e de pele muito bem preservadas. O primeiro registro de um lagarto cretácico no Brasil é do Grupo Bauru, com a espécie *Pristiguana brasiliensis* (BONFIM JÚNIOR & MARQUES, 1997).

Tijubina possuía os membros anteriores bem mais curtos que os posteriores, sugerindo que este animal além de ter uma movimentação quadrúpede poderia

eventualmente ter um andar bipedal. Também se especula que esse lagarto basal poderia viver em tocas, já que possuía garras bem desenvolvidas nas pernas traseiras, que permitiriam a escavação de terrenos arenosos (de praia por exemplo). Além disso, o fato de que animais que morrem em tocas serem mais dificilmente preservados explicaria o baixo número de exemplares coletados de *T. pontei* até o momento (BONFIM JÚNIOR & ROCHA-BARBOSA, 2006).

4.6 CROCODYLIA

Os Crocodylia surgiram no Triássico, como animais terrestres e esguios, porém, no Cretáceo houve um aumento da diversidade do grupo e principalmente aumento do tamanho dos indivíduos (POUGH et al., 2003).

Até o presente, três crocodilos Mesosuchia foram descritos: *Araripesuchus gomesii* (**figura 11**), *Itasuchus camposi* e *Susisuchus anatoceps* (**figura 12**) (MAISEY, 1991; SALISBURY et al., 2003).

O gênero *Araripesuchus* é também encontrado no continente africano e na Argentina, na Formação Rio Limay, datada do Albiano-Cenomaniano. A presença de *Araripesuchus* no Brasil e na África (e de outros crocodilomorfos em outras formações brasileiras) demonstra o intenso “intercâmbio biótico” que existia antes da abertura do Atlântico Sul (BERTINI & CARVALHO, 1999), o que permite supor que a linhagem surgiu antes da separação dos dois continentes (MAISEY, 1991).

Itasuchus camposi foi primeiramente descrito como *Itasuchus jesuinoi* em referência ao animal descrito para o Cretáceo tardio do grupo Bauru. Em 1987, KELLNER descreveu o espécime-tipo como *Caririsuchus camposi* baseado em esparso material de escamas e de mandíbula. Este crocodiliano foi mantido no gênero *Itasuchus*, (sendo *Caririsuchus* considerado então um sinônimo júnior) já que possui os caracteres diagnósticos do táxon, porém *I. camposi* possui número e tamanho relativo dos dentes diferentes de *I. jesuinoi*, além de ter uma cobertura de placas ósseas que abrange não só o ventre e o dorso do corpo, como também toda a cauda e partes dos membros locomotores (MAISEY, 1991).

4.7 PTEROSAURIA

Os únicos vertebrados capazes de executar vôo ativo são os morcegos, as aves e os extintos pterossauros. Cada um desses grupos desenvolveu independentemente adaptações que tornassem possível o vôo, entre elas modificações no córtex dos ossos, originando os chamados ossos pneumáticos. Porém, os pterossauros foram os primeiros vertebrados a adquirir tais adaptações (KELLNER & CAMPOS, 1994).

A Formação Santana se tornou um dos principais sítios de pterossauros do mundo, devido à abundância e incrível estado de preservação do material ali coletado. Estes tetrápodes apresentam uma diversidade incrível de formatos craniais (CAMPOS & KELLNER, 1997). O Membro Romualdo é o local onde mais frequentemente se encontram espécimes, porém, no Membro Crato há ainda muitos espécimes não descritos (SAYÃO & KELLNER, 2000).

Os pterossauros citados na próxima seção possuem afinidade incerta, e ao longo dos anos várias tentativas foram feitas para encaixá-los em um grupo, como por exemplo a proposição das famílias Criorhynchidae, Cearadactylidae, Ornithocheiridae. Este último grupo incluía diversos táxons de pterossauros cretácicos, sem nenhuma afinidade filogenética. Os demais pterossauros, melhor conhecidos para a formação, se dividem em dois clados: Anhangueridae e Tapejaridae (KELLNER & TOMIDA, 2000).

4.7.1 Pterossauros de afinidade incerta

O primeiro material de pterossauro descrito para a formação foi *Araripesaurus castilhoi*, em 1971, pelo paleontólogo Llewellyn Price. Este exemplar, preservado em um nódulo calcário, possui a série proximal do carpo composta de dois carpais, com metacarpos I e II reduzidos. Estima-se que o holótipo (e único exemplar conhecido do táxon) tenha possuído uma envergadura de asa de 2 metros (MAISEY, 1991; KELLNER & TOMIDA, 2000).

Araripedactylus foi o segundo gênero de pterossauro da Formação Santana, descrito em 1977 por WELLNHOFER, baseado apenas na primeira falange do dedo da

asa direita e por isso sem muitas informações ainda disponíveis. Porém, parece tratar-se de um pterossauro de grande porte, com ossos robustos. A espécie foi denominada *A. dehmi* por WELLNHOFER em 1977 (MAISEY, 1991; KELLNER & TOMIDA, 2000).

O terceiro gênero descrito, *Santanadactylus*, está representado pelas espécies: *S. araripensis*, *S. brasiliensis*, ambas de grande porte, *S. pricei* e *S. spixi*, de porte menor (MAISEY, 1991). Porém, é sugerido que *S. pricei* e *Araripesaurus castilhoi* sejam sinônimos, devido às muitas similaridades anatômicas, especialmente na ulna, idêntica nesses dois exemplares (KELLNER & TOMIDA, 2000). Outra discussão acerca do gênero é em relação a *S. araripensis*, considerado por KELLNER (1990, apud KELLNER & TOMIDA, 2000) como *Anhanguera araripensis*, baseado na margem dorsal da crista pré-maxilar.

Brasileodactylus araripensis foi descrito em 1984 por KELLNER, baseado em fragmentos de mandíbula, e especulava-se que com o descobrimento de materiais mais completos, esta espécie seria uma sinonímia de *Araripesaurus castilhoi* (MAISEY, 1991). Entretanto, há poucos anos foi descrito um rosto encontrado no Membro Crato que possivelmente se refere a *B. araripensis* (SAYÃO & KELLNER, 2000).

Outro táxon encontrado na formação é *Cearadactylus* (**figura 13**) representado por duas espécies: *C. atrox* e *C. ligabuei*. *Cearadactylus atrox* era um pterossauro sem crista sagital, cujos primeiros dentes das séries superior e inferior são mais longos e fortes do que os demais. *Cearadactylus ligabuei* é conhecido apenas pela porção anterior da maxila, em cujo palato há uma crista medial. Também não apresenta crista sagital (MAISEY, 1991; DALLA VECHIA, 1993; SAYÃO & KELLNER, 2000).

Segundo KELLNER e TOMIDA (2000), os táxons *Araripesaurus castilhoi*, *Araripedactylus dehmi* e *Santanadactylus pricei*, não possuem caracteres diagnósticos suficientes para distingui-los dos demais táxons, apesar de suas descrições estarem de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

4.7.2 Anhangueridae

Com a descrição do gênero *Anhanguera* (**figura 14**) por CAMPOS e KELLNER em 1985, foi necessária a criação de uma nova família de pterossauros: Anhangueridae. Essa família é caracterizada pela presença de uma crista sagital sobre o pré-maxilar (restrita apenas à porção anterior do crânio) e uma crista sagital sob a mandíbula (posicionada antero-ventralmente no dentário). Há três espécies descritas para o gênero na Formação Santana: *A. blittersdorffi*, *A. santanae* e *A. piscator*, mas outras espécies atribuídas ao gênero foram descritas para a Inglaterra. Na realidade, existem muitas similaridades entre os pterossauros da Formação Santana e da Inglaterra, não somente neste gênero. Aproximadamente entre o Albiano e o Cenomaniano, a América do Sul e a Europa estavam mais próximas do que hoje, o que teria permitido a dispersão desses animais, especialmente os de grande porte, mais adaptados a suportar vôos longos (MAISEY, 1991; KELLNER & CAMPOS, 1999). Erroneamente algumas espécies de *Anhanguera* têm sido mencionadas como *Coloborhynchus*, pois não há um consenso geral sobre as características que distinguiriam efetivamente os dois táxons. Porém, até o momento é certo que o gênero *Coloborhynchus* não ocorre no Brasil, mas na Inglaterra e nos Estados Unidos (VELDMEIJER, 2003; RODRIGUES & KELLNER, 2007; PURSGLOVE, 2007).

Tropeognathus (**figuras 15 e 16**) inclui pterossauros de grande porte, com cristas sagitais anteriores tanto na mandíbula quanto na maxila, dentes fortes e curvados que estão distribuídos desde a parte mais distal da maxila e da mandíbula, até mais ou menos metade do comprimento destas. As cristas funcionariam como estabilizadores da maxila e da mandíbula na água, supondo-se que esses animais eram piscívoros. Há duas espécies encontradas na Formação Santana: *T. mesembrinus* e *T. robustus* (MAISEY, 1991).

Arthurdactylus conandoylei é outro táxon relacionado à Anhangueridae, mas sua afinidade ainda é incerta. Foi o primeiro pterossauro descrito formalmente para o Membro Crato, conhecido apenas por material pós-cranial (KELLNER, 1998; KELLNER & TOMIDA, 2000).

4.7.3 Tapejaridae

Outra família que foi criada com base em achados da formação é a Tapejaridae, cujos representantes são caracterizados pela presença de uma crista sagital na parte anterior do crânio (WELLNHOFER & KELLNER, 1991; KELLNER & CAMPOS, 1994). São os primeiros pterossauros sem dentes da América do Sul (MAISEY, 1991). Este clado compreende três gêneros: *Tapejara* (**figura 17**), *Thalassodromeus* e *Tupuxuara* (**figura 18**) (KELLNER & CAMPOS, 1994; KELLNER & CAMPOS, 2002). *Tapejara wellnhoferi* e *Tapejara imperator* possuem uma crista sagital muito alta na parte anterior do crânio e um rostro bastante inclinado ventralmente. *Tupuxuara longicristatus* e *Tupuxuara leonardii* possuem também uma crista sagital na parte anterior do crânio, porém menor que a de *Tapejara*, e o rostro é mais horizontalizado (MAISEY, 1991; KELLNER & CAMPOS, 1994).

A presença de cristas craniais é relativamente comum em pterossauros, sendo que *Tapejara imperator* possui a crista mais notável até o momento. Esta apresenta-se em torno de seis vezes maior que a altura do crânio. Este tipo de crista nunca foi vista antes em outro vertebrado, supõe-se que era uma estrutura de reconhecimento (sexual ou específica) e que também deveria ter alguma implicação aerodinâmica durante o voo (CAMPOS & KELLNER, 1997).

Outro táxon descrito para a Formação Santana é denominado *Thalassodromeus sethi*, que foi coletado em 1983, no Membro Romualdo. Possui uma enorme crista que ocupa 75% da superfície lateral do crânio, porém esta não se iguala a de *Tapejara imperator* (KELLNER & CAMPOS, 2002). As cristas de ambos são distinguíveis pela total ossificação presente em *Thalassodromeus* (e ausente em *Tapejara*). A crista deste também apresenta áreas mais escuras que sugerem uma cobertura por tecido córneo. Além disso, há um sistema de canais com diferentes tamanhos e espessuras na superfície externa do osso, sendo a primeira ocorrência desta característica registrada na crista cranial de um pterossauro desta espécie. Esses canais são interpretados como impressões de vasos sanguíneos. Entretanto, há mais vasos e muitas ramificações por toda a superfície, demonstrando que a região era ricamente

vascularizada, podendo ter sido usada na termoregulação (KELLNER & CAMPOS, op. cit.)

Outra peculiaridade de *Thalassodromeus* é a configuração única do rostro e palato (aspecto de “tesoura” das maxilas), adaptada a seu hábito alimentar. Provavelmente era um pterossauro que planava sobre a lagoa do Araripe e sobre o oceano próximo, em busca de peixes (KELLNER & CAMPOS, 2002).

Uma revisão dos pterossauros da Formação Santana aponta que muitos táxons provavelmente correspondem a sinónimas, entretanto, ainda é inegável a incrível diversidade desses animais nessa região (KELLNER & TOMIDA, 2000).

Até abril de 2007 haviam sido descritas as seguintes espécies de pterossauros para a formação: *Araripesaurus castilhoi*, *Araripedactylus dehmi*, *Santanadactylus araripensis*, *Santanadactylus brasiliensis*, *Santanadactylus pricei*, *Santanadactylus spixi*, *Brasileodactylus araripensis*, *Tapejara wellnhoferi*, *Tapejara imperator*, *Tapejara navigans*, *Tupuxuara longicristatus*, *Tupuxuara leonardii*, *Thalassodromeus sethi*, *Anhanguera blittersdorffi*, *Anhanguera santanae*, *Anhanguera piscator*, *Cearadactylus atrox*, *Cearadactylus ligabuei*, *Tropeognathus mesembrinus*, *Tropeognathus robustus*, *Arthurdactylus conandoylei*, *Coloborhynchus araripensis* e *Coloborhynchus spielbergi* (CARVALHO & SANTOS, 2005; PURSGLOVE, 2007). Entretanto, nem todas são aceitas por todos os pesquisadores (KELLNER & TOMIDA, 2000; RODRIGUES & KELLNER, 2007).

4.8 DINOSAURIA

A existência desse grupo de tetrápodes terrestres está registrada geologicamente entre o Triássico tardio (cerca de 225 milhões de anos) e o final do Cretáceo. Apenas um grupo de dinossauros persiste até os dias atuais: são as aves (KELLNER & CAMPOS, 2000).

O termo dinossauro foi cunhado em 1842 por Richard Owen para agrupar três táxons recém descritos na época. Dinosauria é um grupo monofilético subdividido em Saurischia e Ornithischia, baseando-se principalmente em diferenças anatômicas da

pélvis, entre outras características (KELLNER & CAMPOS, 2000). Em relação aos Saurischia, existem vários representantes brasileiros, inclusive na Formação Santana (KELLNER & CAMPOS, 2000). Entretanto, no Brasil, o registro de Ornithischia é recente, com a descrição de *Sacisaurus agudoensis* para o Triássico Superior do Rio Grande do Sul (FERIGOLO & LANGER, 2006), além de algumas pegadas na Paraíba atribuídas a esses animais (KELLNER & CAMPOS, 2000).

Até o presente foram descritos os seguintes espécimes de Saurischia, todos procedentes do Membro Romualdo: *Irritator challengeri*, *Angaturama limai* (ambos Theropoda, Spinosauridae), *Santanaraptor placidus* e *Mirischia asymmetrica* (ambos Theropoda, Coelurosauria), e muito material fragmentado e isolado (BITTENCOURT & KELLNER, 2004), como um sacro incompleto, um osso não identificado e um esqueleto parcial (referente a um Spinosauridae) (KELLNER, 1999; KELLNER & CAMPOS, 2000; NAISH et al., 2004; MACHADO et al., 2005). Alguns autores acreditam que *Irritator challengeri* e *Angaturama limai* sejam sinônimos, já que apenas partes do crânio desses animais estão disponíveis e essas partes parecem se “encaixar” com certa precisão (SUES et al., 2002).

Em relação à Spinosauridae, acredita-se que eram piscívoros, porém, recentemente foi publicado um trabalho sobre um pterossauro que possui um dente (atribuído a Spinosauridae) cravado em uma de suas vértebras cervicais. Especula-se que o dinossauro em questão pudesse ter se alimentado da carcaça do pterossauro e não o abatido (BUFFETAUT et al., 2004).

Os dois Coelurosauria descritos para a formação foram encontrados nos nódulos calcários do Membro Romualdo, em ótimo estado de preservação, de forma que *Santanaraptor* possuía inclusive tecido mole associado aos membros posteriores (KELLNER, 1999; NAISH et al., 2004).

Dinossauros saurópodes não foram encontrados na formação, o que indica que eram elementos muito raros da fauna local no período (KELLNER & CAMPOS, 2000).

4.9 AVES

Em vários aspectos as aves podem ser consideradas como os vertebrados mais derivados; isto se deve ao grande número de modificações físicas e metabólicas que seus organismos sofreram, tornando-os capazes de voar. A radiação dos táxons mais modernos parece ter se iniciado no Mesozóico tardio, porém muito pouco é conhecido dessa história (CARROLL, 1988).

A primeira evidência de uma ave brasileira do Mesozóico é uma pena muito bem preservada, procedente do Membro Crato (MARTINS NETO & KELLNER, 1988); nela é possível reconhecer estruturas como a ráquis e as impressões das barbas. Raramente se encontram vestígios de aves mesozóicas, o que revela a grande importância deste achado e um promissor sítio de esqueletos de aves. Além disso, é possível inferir que o ambiente lacustre desta seqüência do Membro Crato propiciou um ambiente rico em alimento, já que ali também foram descobertos fósseis de insetos, sementes e peixes (MAISEY, 1991; KELLNER & CAMPOS, 2000).

Posteriormente, outras penas foram encontradas, também no Membro Crato, mas até o momento nenhum registro osteológico. Por isso, existe a possibilidade de algumas dessas penas terem pertencido na realidade a dinossauros (KELLNER & CAMPOS, 2000).

5 OS FÓSSEIS E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

O patrimônio fossilífero é considerado um bem cultural, segundo o decreto-lei nº. 72.312 de 31 de maio de 1973, criado com base na Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) realizada em Paris no ano de 1970:

Para os fins da presente Convenção, a expressão “bens culturais” significa quaisquer bens que, por motivos religiosos ou profanos, tenham sido expressamente designados por cada Estado como de importância para a arqueologia, a história, a literatura, a arte ou a ciência, e que pertençam às seguintes categorias: a) as coleções e exemplares raros de zoologia, botânica, mineralogia e anatomia, e objetos de interesse paleontológico (...) (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2007).

Esta idéia de bens culturais está presente também na Constituição brasileira de 1988, que afirma:

Constituem patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem (...) os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2007).

Além disso, o artigo 20 da Constituição do Brasil de 1988, descreve os bens da União e entre eles estão considerados “os recursos minerais, inclusive os do subsolo (...) as cavidades naturais subterrâneas e os sítios arqueológicos e pré-históricos”. No artigo 23 é afirmada a responsabilidade do Estado na defesa do patrimônio natural: “É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: (...) proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens notáveis e os sítios arqueológicos; impedir a evasão, a destruição e descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico e cultural (...)” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2007).

Segundo KELLNER (2002), a legislação vigente é clara quanto a restringir a coleta de fósseis, porém, sobre a sua comercialização praticamente nada é mencionado. Para este caso [da comercialização de fósseis], o artigo 180 do Código Penal poderia ser aplicado: “Adquirir, receber ou ocultar, em proveito próprio ou alheio, coisa que saber ser produto de crime, ou influir para que terceiro, de boa-fé, a adquira, receba ou oculte.” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2007).

No estado do Rio Grande do Sul há uma legislação própria quanto aos fósseis, em que a coleta e transporte para fora do estado dependem de autorização. A exploração sócio-econômica é permitida, desde que para fins turísticos, na forma de parques (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2007).

5.1 A EXPLORAÇÃO ILEGAL DE FÓSSEIS

A Chapada do Araripe é conhecida mundialmente pela abundância e qualidade ímpares do material fóssil ali encontrado, atraindo a atenção de pesquisadores do mundo inteiro. Infelizmente, isto torna a Chapada do Araripe, e conseqüentemente a Formação Santana, alvo da exploração ilegal de fósseis (MAISEY, 1991; KELLNER, 2002).

Um triste exemplo foi o espécime-tipo de *Itasuchus camposi*, que foi descrito por KELLNER na década de 80 baseando-se em uma fotografia e alguns fragmentos de escamas e mandíbula. O fóssil completo foi enviado para a Europa, onde BUFFETAUT (que desconhecia o trabalho de KELLNER) recebeu permissão para estudá-lo antes que fosse vendido para um comprador desconhecido. O paradeiro atual é também desconhecido. A qualidade e quantidade de estruturas preservadas no espécime era realmente espantosa, e seguramente nenhuma instituição científica dispõe de material tão privilegiado (MAISEY, 1991).

Recentemente, foram apreendidos 700 quilos de material fóssil (incluindo insetos, peixes, plantas e muitos ossos bem conservados) no Aeroporto Internacional de São Paulo, em Guarulhos. A carga foi identificada como proveniente da Chapada do Araripe e seu destino era a Alemanha. Japão, Grã-Bretanha e Estados Unidos são outros destinos freqüentes deste tipo de material (AMORIM, 2007a).

Os fósseis chegam então às mãos dos chamados “atravessadores” que os vendem a compradores preferenciais ou a leiloeiros. Estes geralmente dispõem de páginas na Internet que negociam o material ao comprador final (AMORIM, 2007a). A casa de leilões Christie’s, da França, é um exemplo de receptor desse material ilegal, apesar de afirmar ter certificados de origem dos seus fósseis. Em abril de 2007, a casa realizou um grande leilão de fósseis, que incluía espécimes brasileiros como peixes do Araripe, um mesossaurídeo do interior de São Paulo e um crocodilomorfo supostamente do Uruguai, mas que apresenta características dos animais encontrados no Triângulo Mineiro (AMORIM, 2007b). Também na França, no final de 2006, foram confiscados no aeroporto de Paris treze fósseis de *Mesosaurus braziliensis* em bom estado de preservação, cujo destino final era a Alemanha (FOLHA ONLINE, 2007a); o país é um destino freqüente por não possuir uma legislação bem definida a respeito da compra e venda de “bens culturais” (AMORIM, 2007a). Em outros países como a Austrália e a China há medidas restritivas que impedem a saída de fósseis do país. A Argentina foi além, e impede inclusive a saída do material da província em que ocorreu a coleta (KELLNER, 2002). Entretanto, mesmo com as medidas de proteção ao patrimônio fóssil, material chinês foi alvo de contrabando; em dezembro de 2006 foi leiloado em Los Angeles um ninho de dinossauro com vinte e dois ovos (FOLHA ONLINE, 2007b). No Brasil, os fósseis são considerados bens da União, não podendo ser explorados por particulares sem autorização. É dever do Estado proteger e fiscalizar o patrimônio natural (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA, 2007). Mesmo assim, fósseis brasileiros saem ilegalmente do país, inclusive por Foz do Iguaçu, no estado do Paraná (VEGA-DIAS, *com. pes.*). Quanto a expedições estrangeiras, estas devem requerer autorização e estarem ligadas a alguma instituição brasileira. O material coletado deve ser listado e o que for considerado “tipo” posteriormente, deve ser restituído ao Brasil. O Ministério da Ciência e Tecnologia e a instituição brasileira envolvida terão direito de traduzir e divulgar (sem fins comerciais) o trabalho realizado (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1990).

Outro problema enfrentado na Formação Santana, mais especificamente no Membro Romualdo, é a exploração de jazidas de interesse econômico. Neste caso, as

rochas que são mineradas encontram-se no Membro Ipubi, mas para atingi-lo é necessário primeiro retirar todo o material correspondente ao Membro Romualdo, ou seja, expor material fossilífero. Proibir a mineração na região é praticamente impossível, já que esta traz alguns benefícios sociais e econômicos para a população. Assim, uma solução possível seria um acordo firmado entre as empresas mineradoras e instituições científicas, para que os paleontólogos pudessem coletar este material que é descartado. Algumas iniciativas desse tipo já existiram e foram realizadas na própria Bacia do Araripe (em Santana do Cariri) e na Bacia de São José de Itaboraí (Rio de Janeiro) (KELLNER, 2002).

Em suma, o problema da comercialização ilegal de fósseis, como apontado por KELLNER (2002) exige não somente uma única solução; é um problema complexo, pois envolve diferentes interesses e personagens sociais. Choca-se com o natural anseio de querer os espécimes de maior valor científico mantidos dentro do país em que foram coletados, não na intenção de ter a exclusividade sobre o estudo do material, mas sim para divulgar a paleontologia na própria nação, criando ou fortalecendo instituições. Afinal, a qualidade do acervo é o que faz um museu ter destaque ou não.

6 CONCLUSÕES

A riqueza fossilífera (**quadro 2**) da Formação Santana é advinda da incrível preservação, abundância e diversidade do material ali encontrado, tornando-a um jazigo de referência regional e internacional para a Paleontologia de Vertebrados.

Como apontado por este trabalho, foram descritos para a Formação Santana, até o momento: duas espécies de Chondrichthyes, trinta espécies de Osteichthyes (sendo três Sarcopterygii e os demais Actinopterygii), cinco espécies de Testudines, uma espécie de Squamata, três espécies de Crocodylia, vinte e uma espécies de Pterosauria, quatro espécies de Dinosauria, exemplares indeterminados de Amphibia e impressões de penas de Aves. Excluindo-se Amphibia e Aves, há 66 espécies de vertebrados descritos. Osteichthyes e Pterosauria são os táxons que mais se destacam, correspondendo a 76% de todas as espécies descritas de vertebrados (**gráfico 1**). É importante notar também que mais de um terço das 66 espécies levantadas por este trabalho não são de animais aquáticos, o que torna ainda mais singular as condições que levaram à fossilização dos integrantes dessa paleofauna.

O reconhecimento da formação atrai tanto pesquisadores do mundo inteiro, como pessoas ligadas à extração e à comercialização ilegais de material fóssil. Na maioria das vezes, essas pessoas são os próprios habitantes da região, que acabam explorando os afloramentos para obter recursos financeiros. A partir daí, o material fóssil coletado e vendido ilegalmente passa por uma série de outros compradores, geralmente estrangeiros, até chegar ao seu destino final. O problema é complexo e nenhuma solução é definitiva; mas o importante é tomar alguma iniciativa, como por exemplo, criar oportunidades para os moradores da região, para que eles não precisem recorrer a esta atividade ilícita. A criação de parques e museus nas cidades onde existem jazigos fossilíferos se mostrou, ao longo dos anos, em diversas partes do mundo, um eficaz meio de aproximar a população local do patrimônio natural. Parques e museus provêm renda através do turismo, além de conhecimento através de atividades abertas ao público leigo.

Deve-se lembrar que os depósitos fossilíferos são bens da União, portanto não podem ser explorados para fins particulares; como bens da União, é esta que deve

zelar pela sua proteção, ou seja, impedir a sua saída do país bem como a sua depredação. Da mesma forma, a União deve garantir que esses fósseis não sejam perdidos por ação das intempéries, garantindo que os mesmos sejam resguardados em instituições e museus, de acesso irrestrito à comunidade paleontológica, embora também seja importante a manutenção de parques com os fósseis *in situ* para o conhecimento da população sobre seu processo de extração.

A Formação Santana, mesmo depois de quase 200 anos das primeiras expedições, continua a fornecer farto material para estudo. É imprescindível que a população entenda a sua importância para que possa colaborar na sua conservação. Entretanto, a União não deve ser isenta da sua responsabilidade.

REFERÊNCIAS

AMORIM, C. 700 quilos de fósseis são apreendidos em Cumbica. **O Estado de S. Paulo**, 13 abr. 2007a. Vida&, p. A18.

AMORIM, C. **Christie's leilão fósseis do Brasil**. O Estado de S. Paulo. Disponível em:
<<http://www.estado.com.br/editorias/2007/04/17/ger-1.93.7.20070417.10.1.xml>>
Acesso em: 19 maio 2007b.

ARAI, M.; CARVALHO, I. S.; CASSAB, R. C. T. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia do Araripe. **Informativo da Fundação Paleontológica Phoenix**, Aracaju, n. 72, dez. 2004.

ASSINE, M. L. **Sedimentação e tectônica da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil**. Rio Claro, 1990. 124p. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

ASSINE, M. L. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 289-300, set. 1992.

BERTHOU, P. Y. Critical analysis of the main publications about the stratigraphical framework of the Paleozoic and Mesozoic sedimentary deposits in the Araripe Basin (northeastern Brazil). In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 3., 1994, Rio Claro. **Boletim**. Rio Claro: [s.n.], [1994?]. p. 123-126.

BERTINI, R. J.; CARVALHO, I. S. Distribuição cronológica dos crocodilomorfos notossúquios e ocorrências nas bacias cretácicas brasileiras. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., 1999, Serra Negra. **Boletim**. Rio Claro: D. Dias-Brito, J. C. De Castro e R. Rohn, 1999. p. 517-523.

BITTENCOURT, J. de S.; KELLNER, A. W. A. On a sequence of sacrocaudal theropod dinosaur vertebrae from the Lower Cretaceous Santana Formation, northeastern Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**. Rio de Janeiro, v. 62, n. 3, p. 309-320, 2004.

BONFIM JÚNIOR, F. de C.; MARQUES, R. B. Um novo lagarto do Cretáceo do Brasil (Lepidosauria, Squamata, Lacertilia – Formação Santana, Aptiano da Bacia do Araripe). **Anuário do Instituto de Geociências**. Rio de Janeiro, v. 20, p. 233-240, 1997.

BONFIM JÚNIOR, F. de C.; ROCHA-BARBOSA, O. A paleoautoecologia de *Tijubina ponteii* Bonfim-Júnior & Marques, 1997 (Lepidosauria, Squamata basal da Formação Santana, Aptiano da Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior do nordeste do

Brasil). **Anuário do Instituto de Geociências**. Rio de Janeiro, v. 29, n. 2, p. 54-65, 2006.

BRITO, I. M. Chapada do Araripe. In: _____. **As Bacias Sedimentares do Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1975. p. 53-57.

BRITO, P. M. A new halecomorph with two dorsal fins, *Placidichthys bidorsalis* n. g., n. sp. (Actinopterygii: Halecomorphi) from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeast Brazil. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**. Paris, v. 331, n. 11, p. 749-754, 2000 (Earth and Planetary Science, IIA).

BRITO, P. M.; GALLO, V. Presença de *Lepidotes* Agazziz, 1832 (Actinopterygii, Semionotidae) na Formação Santana, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Boletim do Museu Nacional**. Rio de Janeiro, n. 67, jan. 2003a. 7 p.

BRITO, P. M.; GALLO, V. A new species of *Lepidotes* (Neopterygii: Semionotiformes: Semionotidae) from the Santana Formation, Lower Cretaceous of northeastern Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**. Norman, v. 23, n. 1, p. 47-53, 2003b.

BRITO, P. M.; SERET, B. The new genus *Iansan* (Chondrichthyes, Rhinobatoidea) from the Early Cretaceous of Brazil and its phylogenetic relationships. In: ARRATIA, G.; VIOHL, G. (Eds.) **Mesozoic Fishes: Systematics and Paleoecology**. München: Friederich Pfeil, 1996. p. 47-62.

BRUNO, A. P. S.; HESSEL, M. H. Registros paleontológicos do Cretáceo marinho na Bacia do Araripe. **Estudos Geológicos**. Recife, v. 16, n. 1, p. 30-49, 2006.

BUFFETAUT, E.; MARTILL, D.; ESCUILLIE, F. Pterosaurs as part of a spinosaur diet. **Nature**. London, v. 430, n. 6995, p. 33, 2004.

CAMPOS, D. A.; KELLNER, A. W. A. Panorama of the flying reptiles study in Brazil and South America. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 57, n. 4, p. 453-466, 1985.

CAMPOS, D. A.; KELLNER, A. W. A. Short note on the first occurrence of Tapejaridae in the Crato Member (Aptian), Santana Formation, Araripe Basin, northeast Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 69, n. 1, p. 83-87, 1997.

CARROLL, R. L. **Vertebrate Paleontology and Evolution**. New York: Freeman, 1988.

CARVALHO, M. S. S. de; SANTOS, M.E.C.M. Histórico das pesquisas paleontológicas na Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**. Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 15-34, 2005.

DALLA VECHIA, F. M. *Cearadactylus? ligabuei* nov. sp., a new Early Cretaceous (Aptian) pterosaur from Chapada do Araripe (northeastern Brazil). **Bollettino della Societa Paleontologica Italiana**. Modena, v. 32, n. 3, p. 401-409, 1993.

DAVIS, S. P.; MARTILL, D. M. The gonorynchiform fish *Dastilbe* from the lower Cretaceous of Brazil. **Palaeontology**. London, v. 42, n. 4, p. 715-740, 1999.

FARA, E.; SARAIVA, A. A. F.; CAMPOS, D. A.; MOREIRA, J. K. R.; SIEBRA, D. C.; KELLNER, A. W. A. Controlled excavations in the Romualdo Member of the Santana Formation (Early Cretaceous, Araripe Basin, northeastern Brazil): stratigraphic, palaeoenvironmental and palaeoecological implications. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. Amsterdam, n. 218, p. 145-160, 2005.

FERIGOLO, J.; LANGER, M. C. A Late Triassic dinosauriform from south Brazil and the origin of the ornithischian predentary bone. **Historical Biology**. London, v. 19, p. 23-33, 2006.

FIGUEIREDO, F. J. de; GALLO, V. A new teleost fish from the Early Cretaceous of northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional**. Rio de Janeiro, n. 73, out. 2004. 23 p.

FOLHA ONLINE. **Fósseis brasileiros são confiscados em aeroporto de Paris**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u15565.shtml>> Acesso em 19 maio 2007a.

FOLHA ONLINE. **Leilão de ninho de dinossauro chinês nos EUA revolta cientistas**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u15637.shtml>> Acesso em 22 maio 2007b.

GAFFNEY, E. S.; CAMPOS, D. A.; HIRAYAMA R. *Cearachelys*, a new side-necked turtle (Pelomedusoides; Bothremydidae) from the Early Cretaceous of Brazil. **American Museum Novitates**. New York, n. 3319, fev. 2001. 20 p.

HIRAYAMA, R. Oldest known sea turtle. **Nature**. London, v. 392 n. 6677, p. 705-708, 1998.

HOLDER, M. T.; ERDMANN, M. V.; WILCOX, T. P.; CALDWELL, R. L.; HILLIS, D. M. Two living species of coelacanths? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. Washington: vol. 96, n. 22, p. 12616-12620, 1999.

INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY. **Time scale**. Disponível em: <<http://www.stratigraphy.org>> Acesso em 23 maio 2007.

KELLNER, A. W. A. Ocorrência de um novo crocodiliano no Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 59, n. 3, p.219-232, 1987.

KELLNER, A. W. A. Panorama e perspectiva do estudo de répteis fósseis no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 70, n. 3, p. 647-676, 1998.

KELLNER, A. W. A. Short note on a new dinosaur (Theropoda, Coelurosauria) from the Santana Formation (Romualdo Member, Albian), northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional**. Rio de Janeiro, n. 49, nov. 1999. 8 p.

KELLNER, A. W. A. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe. In: SCHOBENHAUS, C. (Ed). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2002. p. 121-130.

KELLNER, A.W.A. **Pterossauros, os senhores do céu do Brasil**. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2006.

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A. A new species of Tupuxuara (Pterosauria, Tapejaridae) from the Early Cretaceous of Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 467-473, 1994.

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A. Vertebrate paleontology in Brazil: a review. **Episodes**. Beijing, v. 22 n. 3, p. 238-251, 1999.

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A. Brief review of dinosaur studies and perspectives in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 72, n. 4, p. 509-538, 2000.

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A. The function of the cranial crest and jaws of a unique pterosaur from the Early Cretaceous of Brazil. **Science**. Washington, v. 297 n. 5580, p. 389-392, 2002.

KELLNER, A. W. A.; TOMIDA, Y. Description of a new species of Anhangueridae (Pterodactyloidea) with comments on the Pterosaur fauna from the Santana Formation (Aptian-Albian), northeastern Brazil. **National Science Museum Monographs**. Tokyo, v. 17, 135 p., 2000.

MACHADO, E. B.; KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A. Preliminary information on a dinosaur (Theropoda, Spinosauridae) pelvis from the Cretaceous Santana Formation (Romualdo Member) Brazil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 2., 2005, Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005. p. 161-162.

MAISEY, J. G. (Ed.). **Santana Fossils: An Illustrated Atlas**. [S.I.] T.F.H., 1991.

MAISEY, J. G. A new clupeomorph fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. **American Museum Novitates**. New York, n. 3076, nov. 1993. 15 p.

MAISEY, J. G.; CARVALHO, M. G. P. de. First records of fossil sergestid decapods and fossil brachyuran crab larvae (Arthropoda, Crustacea), with remarks on some supposed paleomonid fossils, from the Santana Formation (Aptian-Albian, NE Brazil). **American Museum Novitates**. New York, n. 3132, May 1995. 20 p.

MARTILL, D. M. Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil. **Palaeontology**. London, v. 31, n. 1, p. 1-18, 1988.

MARTILL, D. M. **Fossils of the Santana and Crato Formations**. London: The Paleontological Association, 1993.

MARTINS NETO, R. G.; KELLNER, A. W. A. Primeiro registro de pena na Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 60, n. 1, p. 61-68, 1988.

MEDEIROS, M.A. Fossildiagênese. In: CARVALHO, I. de S. (ed.). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, v. 1, 2004. p. 47-59.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Portaria n. 55 de 14 de março de 1990. Regulamento sobre coleta, por estrangeiros, de dados e materiais científicos no Brasil. Relator: Décio Leal de Zagottis. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 de mar. 1990. Sec. 1, p. 5460.

MOURA, G. J. B.; BARRETO, A. M. F. Aspectos tafonômicos da anurofauna da Formação Crato, Eocretáceo da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**. Recife, v. 16, n. 1, p. 3-15, 2006.

NAISH, D.; MARTILL, D. M.; FREY, E. Ecology, systematics and biogeographical relationships of dinosaurs, including a new Theropod, from the Santana Formation (?Albian, Early Cretaceous) of Brazil. **Historical Biology**. London, v. 16, n. 2, p. 57-70, jun. 2004.

NEUMANN, V. H.; CABRERA, L. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la Cuenca de Araripe, nordeste de Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., 1999, Serra Negra. **Boletim**. Rio Claro: D. Dias-Brito, J. C. De Castro e R. Rohn, 1999. p. 279-285.

OLIVEIRA, G. R. de; KELLNER, A. W. A. Preliminary report on a new Podocnemidoidea from the Santana Formation (Early Cretaceous), Araripe Basin. CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 2., 2005, Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005a. p. 194.

OLIVEIRA, G. R. de; KELLNER, A. W. A. Note on a plastron (Testudines, Pleurodira) from the Lower Cretaceous Crato Member, Santana Formation, Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**. Rio de Janeiro, v. 63, n. 3, p. 523-528, 2005b.

OLIVEIRA, G. R. de; KELLNER, A. W. A. First occurrence of *Araripemys barretoii* Price, 1973 in the Crato Member, Santana Formation (Early Cretaceous) northeastern Brazil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 2., 2005, Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005c. p. 193.

OLIVEIRA, G. R. de; KELLNER, A. W. A. A new side-necked turtle (Pleurodira, Pelomedusoides) from the Santana Formation (Early Cretaceous), Araripe Basin, northeastern Brazil. **Zootaxa**. [S.I.], v. 1425, p. 53-61, 2007.

OLIVEIRA, T. P. R.; TORRES, R.R.N.B.; ARAÚJO, M.R.; MOURA, G.J.B.; BARRETO, A.M.F. Relação entre a forma do corpo e o tipo de natação de *Dastilbe crandalli* da formação Crato, Eocretáceo da Bacia do Araripe. **Estudos Geológicos**. Recife, v. 16, n. 1, p. 79-88, 2006.

PONTE, F. C.; APPI, C. J. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. p. 211-226.

PONTE, F. C.; PONTE FILHO, F. C. Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4., 1996, Águas de São Pedro. **Boletim**. Rio Claro: UNESP, 1996. p. 123-133.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 3 ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 699 p.

PURSGLOVE, P. **The Pterosaur Database**. Disponível em: <<http://www.pterosaur.co.uk>> Acesso em: 19 maio 2007.

RODRIGUES, T.; KELLNER, A. W. A. Aspectos taxonômicos acerca dos gêneros *Anhanguera* e *Coloborhynchus* (Pterosauria: Anhangueridae). In: PALEO MG, 2007 Belo Horizonte. **Paleontologia em Destaque**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2007, n. 57, p. 42.

SALES, A. M. F. ; CARDOSO, A. L. H.; CUNHA, F. A. B.; SILVA NETO, D. C.; COSTA FILHO, J. S.; DUARTE, R.; HILLMER, G. Geopark Araripe, uma nova unidade da rede global de ``Geoparks UNESCO``. In: PALEO, 2006. **Paleontologia em Destaque**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2007a. n. 57, p. 10-11.

SALES, A. M. F.; CARDOSO, A. L. H.; SILVA NETO, D. C.; NOGUEIRA, L. L. M.; HILLMER, G. Os programas do Museu de Paleontologia da Universidade

Regional do Cariri voltados ao paleoturismo. In: PALEO, 2006. **Paleontologia em Destaque**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2007b. n. 57, p. 6-7.

SALISBURY, S. W.; FREY, E.; MARTILL, D. M.; BUCCHY, M. C. A new mesosuchian crocodylian from the Lower Cretaceous Crato Formation of north-eastern Brazil. **Palaeontographica**. Stuttgart: seção A, v. 270, p. 3-47, 2003.

SAYÃO, J. M.; KELLNER, A.W. A. Description of a pterosaur rostrum from the Crato Member, Santana Formation (Aptian-Albian) northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional**. Rio de Janeiro, n.54, out. 2000. 8 p.

SILVA SANTOS, R. Considerações osteológicas e taxonômicas sobre *Leptolepis diasii* Silva Santos 1958 (Pisces – Teleostei) do Aptiano da Chapada do Araripe, NE do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 63, n. 4, p. 433, 1991.

SILVA SANTOS, R. *Vinctifer araripinensis* sp.n. da Formação Santana, Bacia do Araripe, Cretaceo Inferior (Aptiano), NE do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p. 85-94, 1994.

SILVA SANTOS, R. *Santanaichthys*, novo epíteto genérico para *Leptolepis diasii* Silva Santos 1958 (Pisces – Teleostei) da Formação Santana (Aptiano), Bacia do Araripe, NE do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 67, n. 2, p. 249-258, 1995.

SMALL, H. Geologia e suprimento de água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. **Inspeção de Obras Contra Secas**. Serviço Geológico, n. 25, p. 1-180, 1913.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PALEONTOLOGIA. **Legislação**. Disponível em: <<http://www.sbpbrasil.org/home.htm>> Acesso em: 31 maio 2007.

SUES, H. D.; FREY, E.; MARTILL, D. M.; SCOTT, D. M. *Irritator challengerii*, a spinosaurid (Dinosauria: Theropoda) from the Lower Cretaceous of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**. Norman, v. 22, n. 3, p. 535-547, 2002.

VELDMEIJER, A. J. Description of *Coloborhynchus spielbergi* sp. nov. (Pterodactyloidea) from the Albian (Lower Cretaceous) of Brazil. **Scripta Geologica**. Leiden, n. 125, p. 35-139, 2003.

WELLNHOFER, P.; KELLNER, A. W. A. The skull of *Tapejara wellnhoferi* Kellner (Reptilia, Pterosauria) from the Lower Cretaceous Santana Formation of the Araripe Basin, northeastern Brazil. **Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie**. München, v. 31, p. 89-106, 1991.

WENZ, S.; BRITO, P. M. Première découverte de Lepisosteidae (Pisces, Actinopterygii) dans le Crétacé Inférieur de la Chapada do Araripe (N-E du Brésil). Conséquences sur la phylogénie des Ginglymodi. **Compte Rendus de l'Académie des Sciences**. Paris, t. 314, p. 1519-1525, 1992.

YABUMOTO, Y. A new coelacanth from the Early Cretaceous of Brazil (Sarcopterygii, Actinistia). **Paleontological Research**. Tokyo, vol. 6, n. 4, p. 343-350, 2002.

ANEXOS

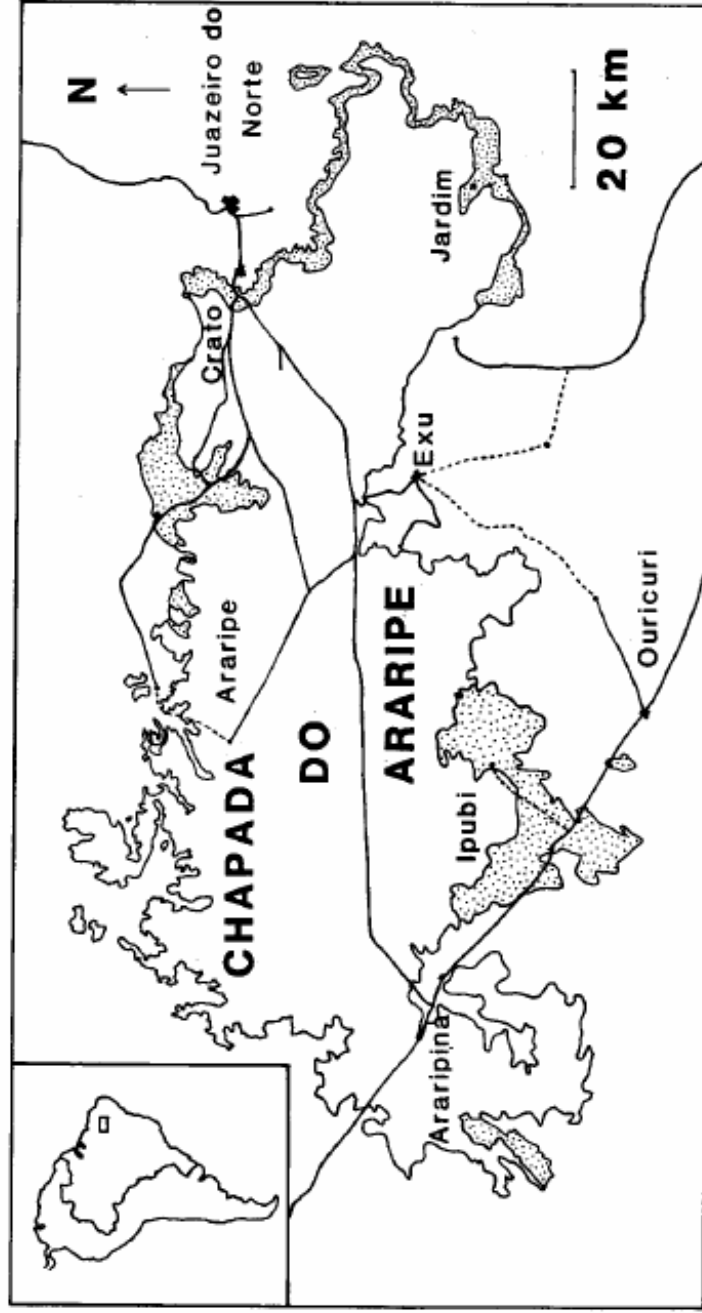


Figura 1: Mapa de localização da Chapada do Araripe. As localidades pertencentes à Formação Santana estão pontilhadas. Retirado de MARTILL (1988).

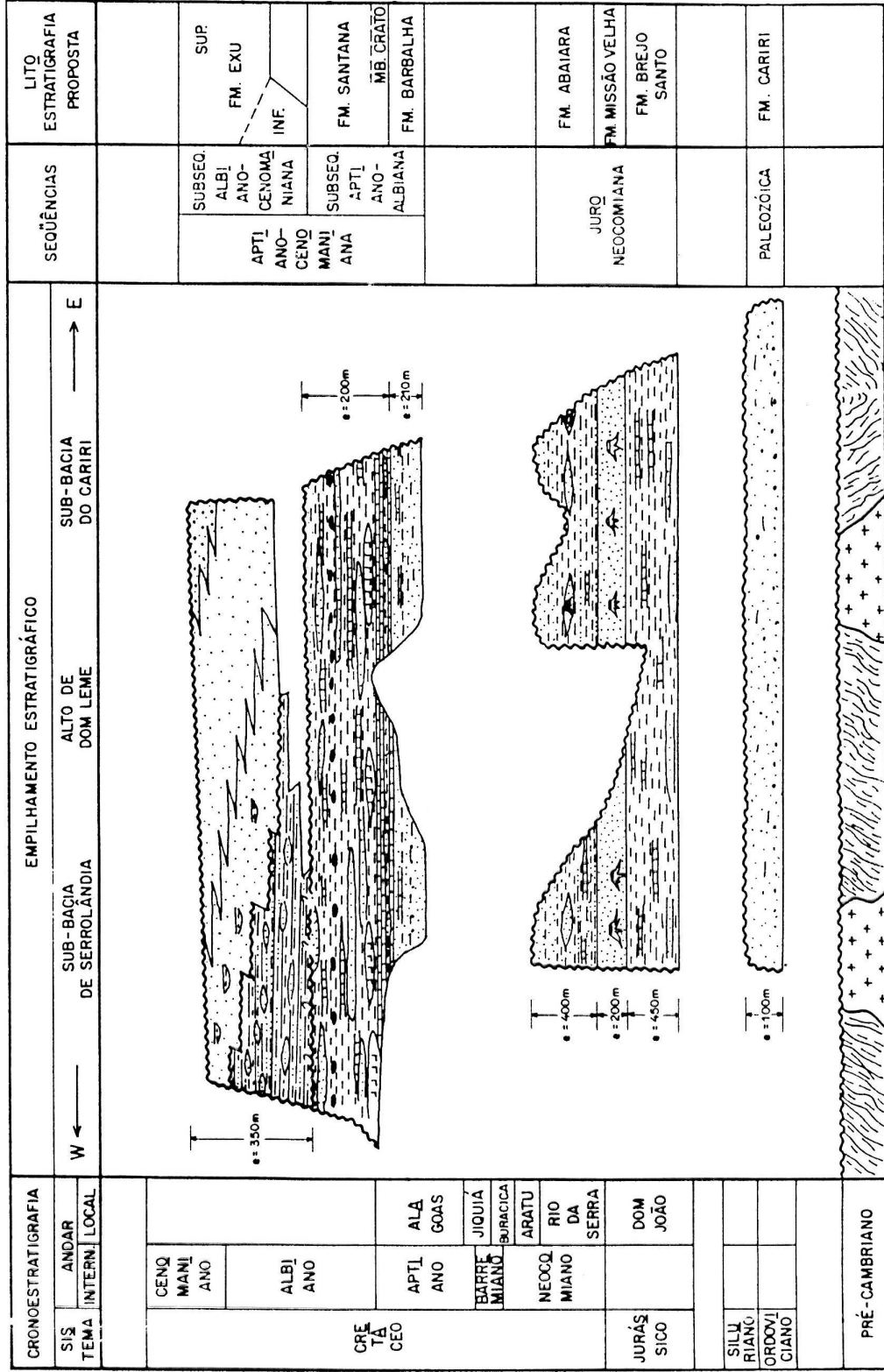


Figura 2: Coluna estratigráfica da Bacia do Araripe. Retirada de ASSINE (1990).

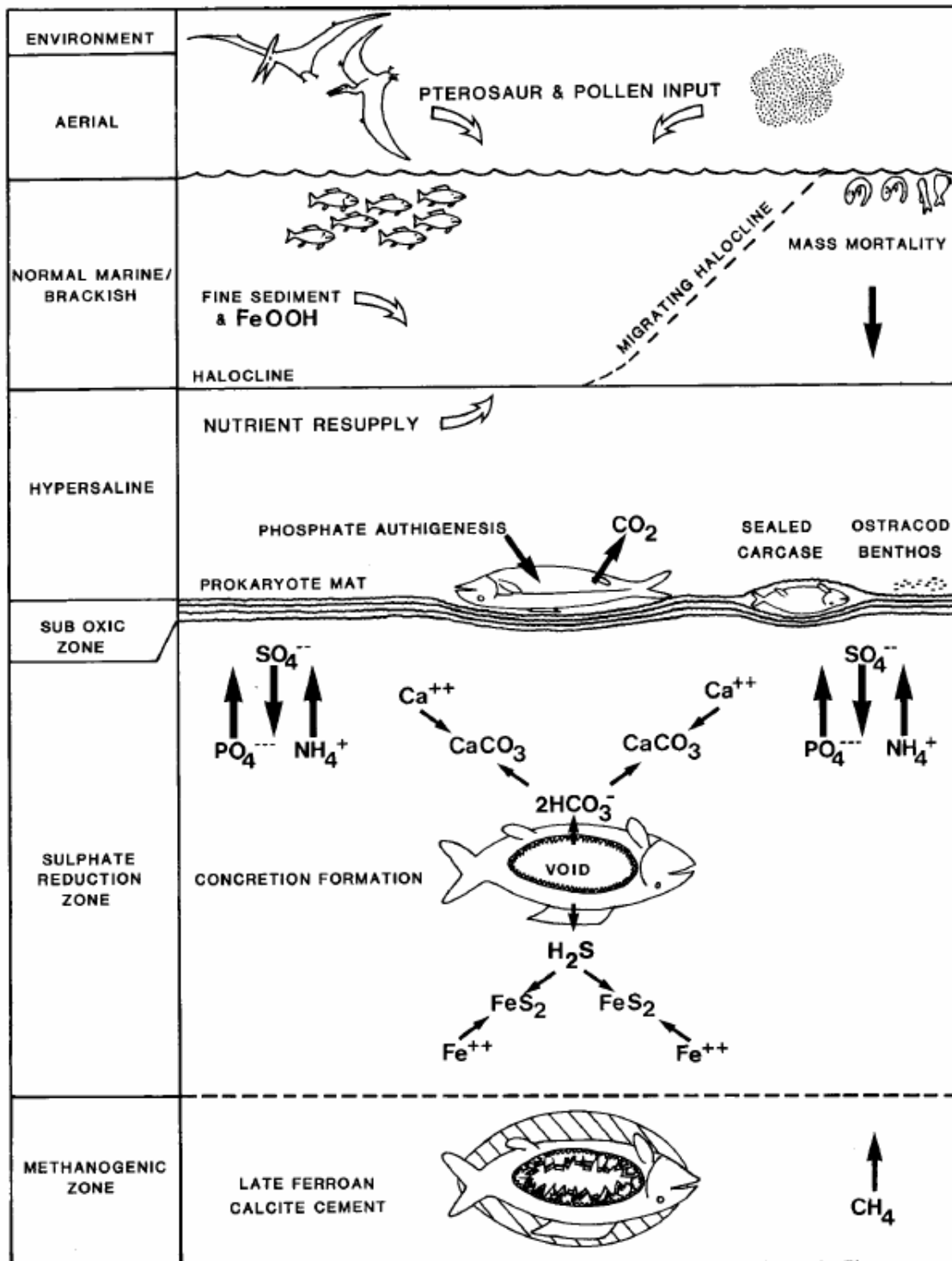


Figura 3: Modelo para a mortalidade em massa no Membro Romualdo e formação de concreções calcárias. Retirado de MARTILL (1988).

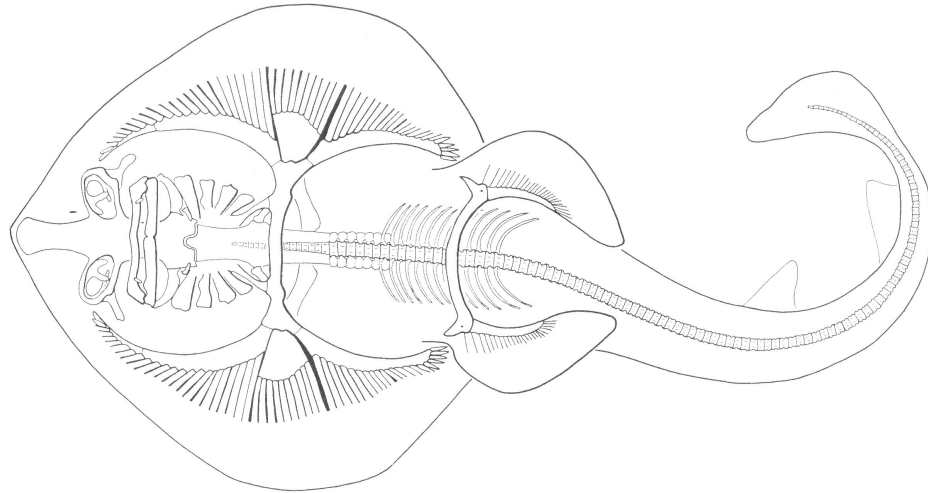


Figura 4: Reconstrução do esqueleto de *Iansan beurleni*, um Chondrichthyes da Formação Santana, em vista ventral. Exemplar não ultrapassa 0.5 m. Modificado de MAISEY (1991).



Figura 5: Exemplar de *Lepidotes wenzae*, um semionotídeo da Formação Santana. A escala equivale a 4 cm. Retirado de BRITO & GALLO (2003b).

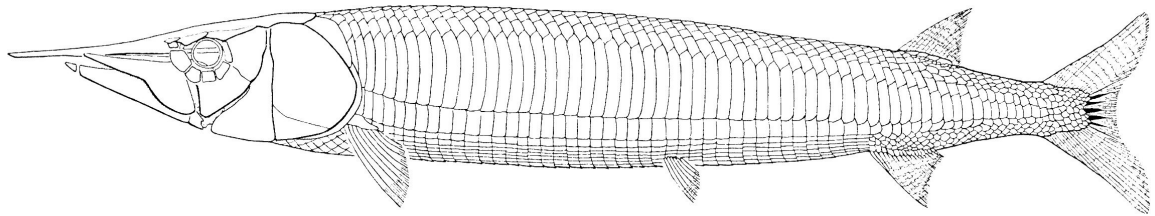


Figura 6: Reconstrução do esqueleto de *Vinctifer comptoni*, um Actinopterygii Aspidorhynchidae da Formação Santana. Exemplos atingiam, no máximo, 60 cm. Modificado de MAISEY (1991).

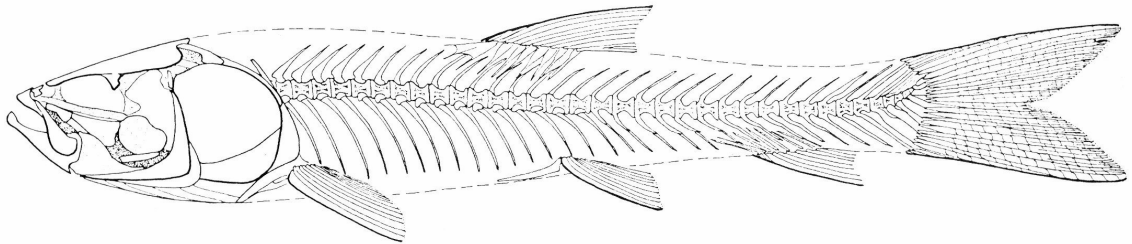


Figura 7: Reconstrução de *Dastilbe elongatus*, um Actinopterygii Ostariophysi encontrado no Membro Crato, Formação Santana. Exemplos atingiam 20 cm. Modificado de MAISEY (1991).

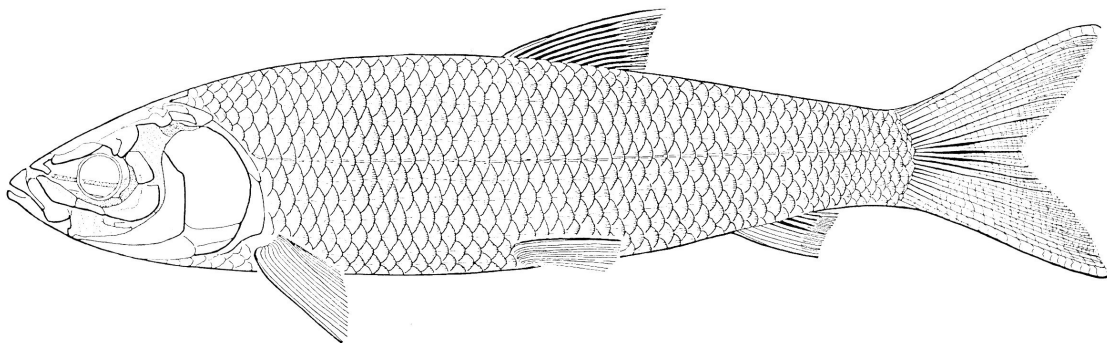


Figura 8: Reconstrução de *Tharrhias araripis*, um Actinopterygii Ostariophysi da Formação Santana. O tamanho dos exemplares variava entre 30 e 70 cm. Modificado de MAISEY (1991).

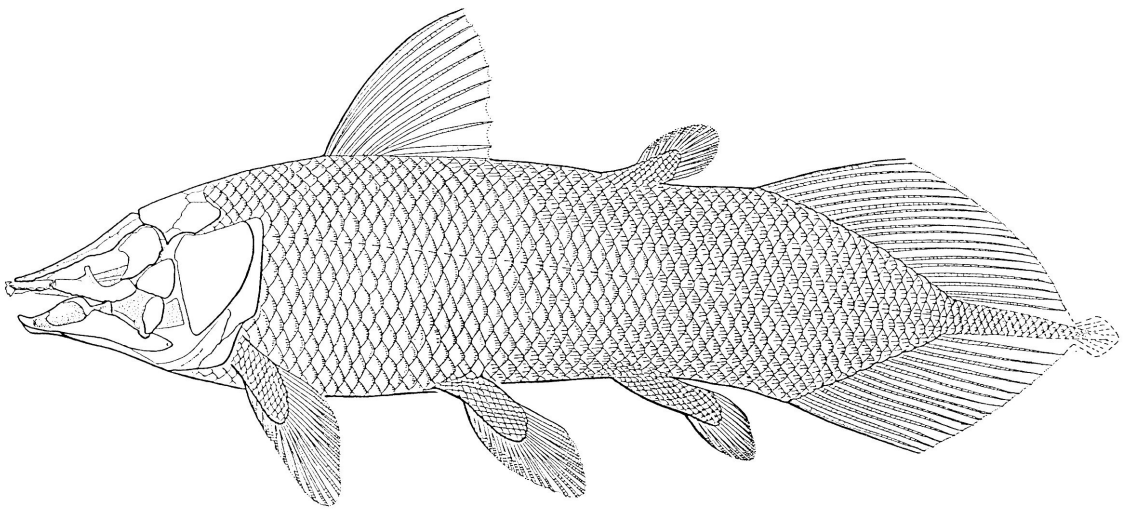


Figura 9: Reconstrução de *Axelrodichthys araripensis*, um Sarcopterygii da Formação Santana. Tamanho variava entre 1 e 2 m. Modificado de MAISEY (1991).

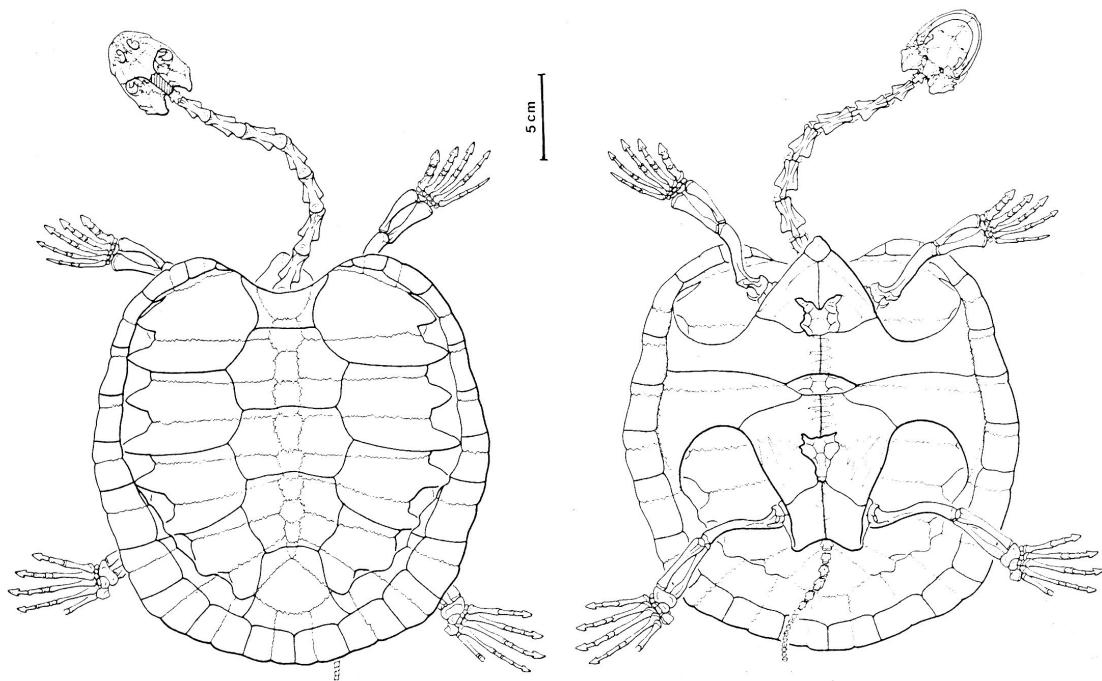


Figura 10: Reconstrução do esqueleto de *Araripemys barretoii*, Testudines registrado na Formação Santana. Modificado de MAISEY (1991).

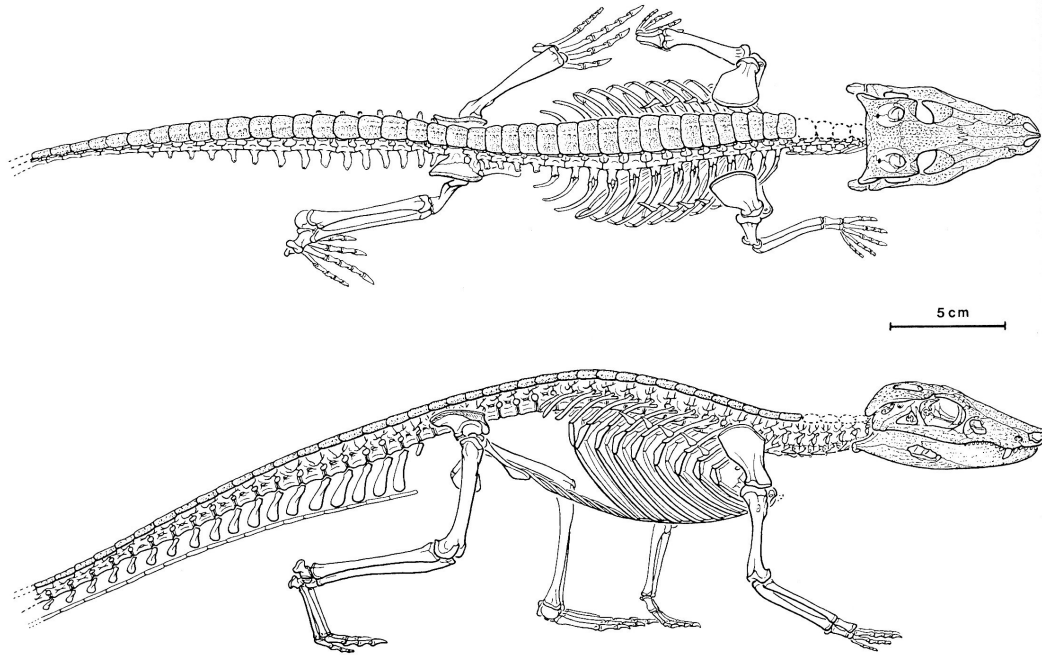


Figura 11: Reconstrução do esqueleto de *Araripesuchus gomesii*, um Crocodylia da Formação Santana. Modificado de MAISEY (1991).



Figura 12: Esqueleto de *Susisuchus anatoceps*, um Crocodylia da Formação Santana. Retirado de SALISBURY et al. (2003).

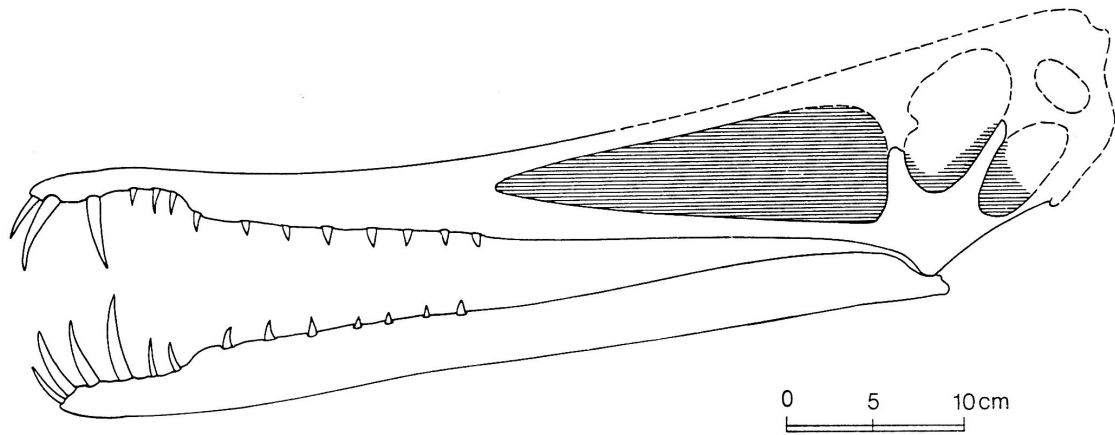


Figura 13: Reconstrução de crânio e mandíbula do Pterosauria *Cearadactylus atrox*, encontrado na Formação Santana. Retirado de MAISEY (1991).

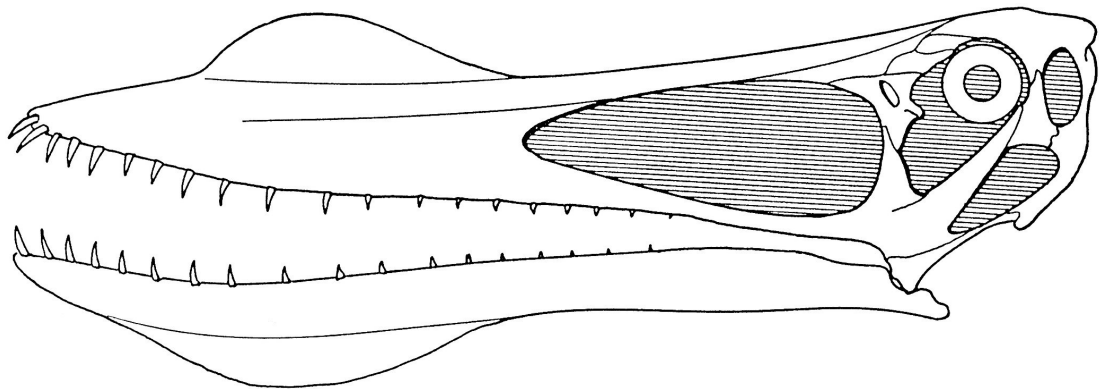


Figura 14: Reconstrução de crânio e mandíbula de *Anhanguera santanae*, um Pterosauria Anhangueridae encontrado na Formação Santana. Crânio medindo cerca de 46.5 cm. Retirado de MAISEY (1991).

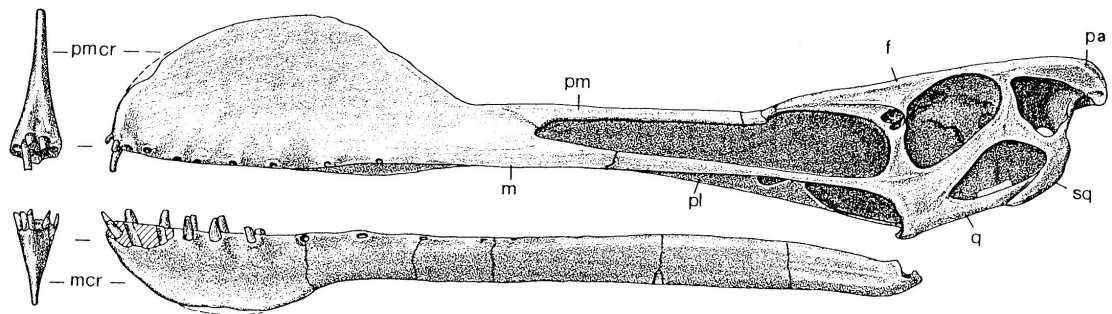


Figura 15: Desenho de crânio e mandíbula de *Tropeognathus mesembrinus*, um Pterosauria Anhangueridae da Formação Santana. Crânio com 66 cm. Retirado de MAISEY (1991).

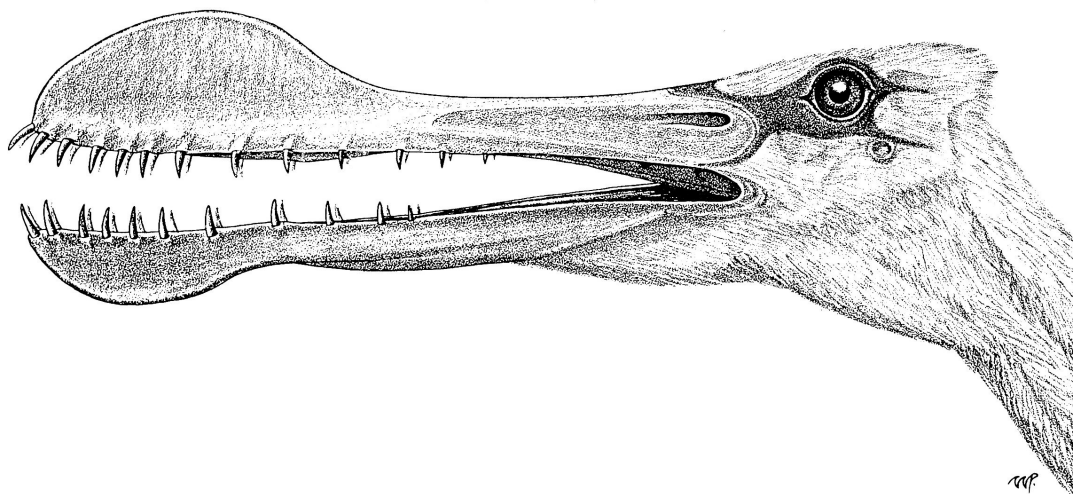


Figura 16: Reconstrução artística de *Tropeognathus mesembrinus*, animal encontrado na Formação Santana. Retirado de MAISEY (1991).

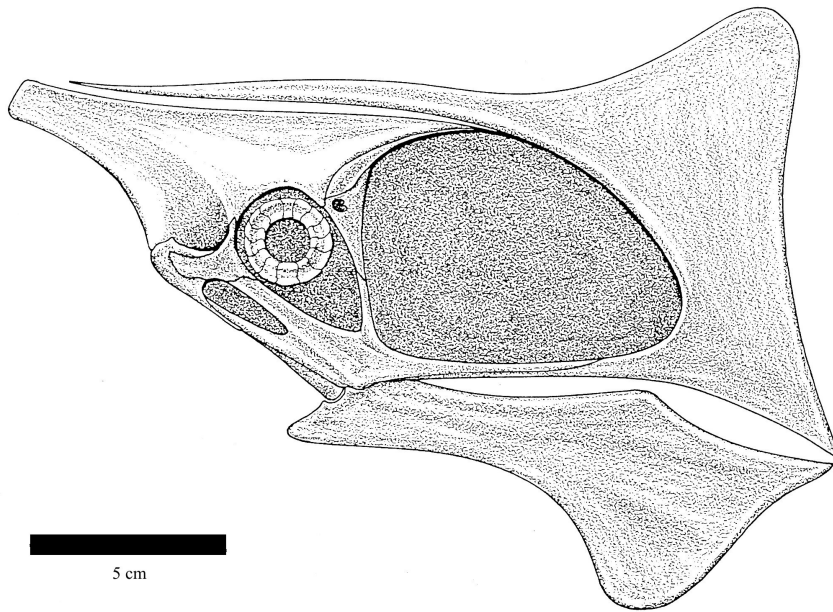


Figura 17: Reconstrução de crânio e mandíbula de *Tapejara wellnhoferi*, um Pterosauria Tapejaridae encontrado na Formação Santana. Modificado de MAISEY (1991).



Figura 18: Crânio e mandíbula de *Tupuxuara leonardii*, um Pterosauria Tapejaridae. Retirado de KELLNER (2006).

Small 1913	Beurlen 1962	Ponte e Appi 1990		Assine 1990		Martill 1993	Berthou 1994	Neumann e Cabrera 1999	
Arenito Superior	Fm. Exu	Fm Exu		Fm. Exu	Sup.	Fm. Exu	Fm. Exu	Fm. Exu	
		Fm Arajara			Inf.		Fm. Arajara	Fm. Arajara	
Calcários Santana	Fm. Santana	Fm. Santana	Mb. Romualdo	Fm. Snatana		Fm. Santana	Fm. Santana	Mb. Romualdo	Fm. Romualdo
			Mb. Ipubi			Fm. Ipubi		Mb. Ipubi	Fm. Ipubi
			Mb. Crato		Mb. Crato	Fm. Crato		Mb. Crato	Fm. Crato
Arenito Inferior	Fm. Missão Velha	Fm. Rio da Batateira		Fm. Barbalha	Fm. Rio da Batateira	Fm. Rio da Batateira	Fm. Rio da Batateira	Fm. Rio da Batateira	
		Fm. Abaiara		Fm. Abaiara	Fm. Missão Velha	Fm. Missão Velha	Fm. Missão Velha	Fm. Abaiara	
		Fm. Missão Velha		Fm. Missão Velha				Fm. Missão Velha	
		Fm. Brejo Santo		Fm. Brejo Santo				Fm. Brejo Santo	
Conglomerado Basal	Fm. Cariri	Fm. Mauriti		Fm. Cariri	Fm. Cariri	Fm. Cariri	Fm. Mauriti		

Quadro 1: Quadro comparativo de algumas colunas estratigráficas já propostas para a Bacia do Araripe.

CHONDRICHTHYES	OSTEICHTHYES	AMPHIBIA	TESTUDINES	SQUAMATA	CROCODYLIA	PTEROSAURIA	DINOSAURIA	AVES
<i>Tribodus limae</i>	Actinopterygii	indet.	<i>Brasilemys josai</i>	<i>Tijubina ponteii</i>	<i>Araripesuchus gomesii</i>	<i>Araripesaurus castilhoi</i>	<i>Irritator challengeri</i>	indet.
<i>Iansan beurleni</i>	<i>Opaichthys laevis</i>		<i>Santanachelys gaffneyi</i>		<i>Itasuchus cumposi</i>	<i>Brasilodactylus araripensis</i>	<i>Santanaraptor placidus</i>	
	<i>Opaichthys decoratus</i>		<i>Araripemys barretoii</i>		<i>Susisuchus anatoceps</i>	<i>Araripedactylus dehmi</i>	<i>Angaturama limai</i>	
	<i>Calamopleurus cylindricus</i>		<i>Cearachelys placidoi</i>			<i>Santanadactylus araripensis</i>	<i>Mirischia asymmetrica</i>	
	<i>Araripelepidotes temnurus</i>		<i>Caririemys violeatae</i>			<i>Santanadactylus brasiliensis</i>		
	<i>Lepidotes wenzae</i>					<i>Santanadactylus pricei</i>		
	<i>Iemanjá palma</i>					<i>Santanadactylus spixi</i>		
	<i>Neoproscinetes penalvai</i>					<i>Tapejara wellnhoferi</i>		
	<i>Vinctifer comptoni</i>					<i>Tapejara imperator</i>		
	<i>Vinctifer araripinensis</i>					<i>Tapejara navigans</i>		
	<i>Cladocycclus gardneri</i>					<i>Tupuxuara longicristatus</i>		
	<i>Cladocycclus ferus</i>					<i>Tupuxuara leonardii</i>		
	<i>Oshunia brevis</i>					<i>Thalassodromeus sethi</i>		
	<i>Oshunia sp</i>					<i>Anhanguera blittersdorffi</i>		
	<i>Placidichthys bidorsalis</i>					<i>Anhanguera santanae</i>		
	<i>Brannerion vestitus</i>					<i>Anhanguera piscator</i>		
	<i>Brannerion latu</i>					<i>Cearadactylus atrox</i>		
	<i>Paraelops cearensis</i>					<i>Cearadactylus ligabuei</i>		
	<i>Rhacolepis buccalis</i>					<i>Tropeognathus mesembrinus</i>		
	<i>Rhacolepis deflorei</i>					<i>Tropeognathus robustus</i>		
	<i>Notelops brama</i>					<i>Arthurdactylus conandoylei</i>		
	<i>Santanacrupea silvasantosi</i>							
	<i>Dasilbe crandalli</i>							
	<i>Dasilbe elongatus</i>							
	<i>Tharrhias araripis</i>							
	<i>Santanachthys diasii</i>							
	<i>Beurlenichthys ouricuriensis</i>							
	<i>Araripichthys castilhoi</i>							
	Sarcopterygii							
	<i>Axelrodichthys araripensis</i>							
	<i>Mawsonia gigas</i>							
	<i>Mawsonia brasiliensis</i>							

Quadro 2 - Táxons de vertebrados válidos até o momento para a Formação Santana.

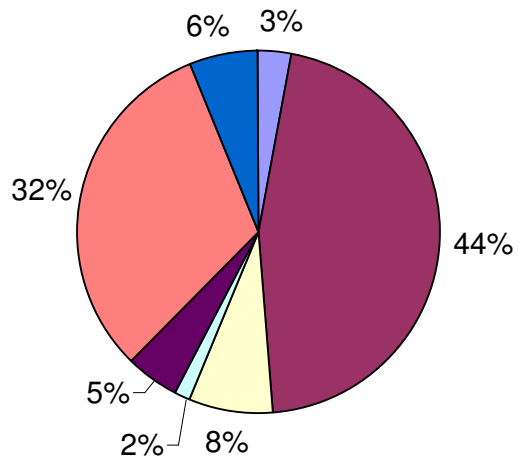


Gráfico 1: Representação da porcentagem de ocorrência dos principais grupos de vertebrados descritos até o momento para a Formação Santana, na Bacia do Araripe. A porcentagem leva em conta o número de espécies encontradas em cada grupo.

