

**Melissa Padilha Duarte Rosa**

**“Descrição Osteológica e Posicionamento Taxonômico  
de Microvertebrados Fósseis do Cretáceo Superior  
(Bacia Bauru) Afloramento “Tartaruguito”, Município  
de Pirapozinho (SP)”**

São Paulo

2013

**Melissa Padilha Duarte Rosa**

**“Descrição Osteológica e Posicionamento Taxonômico de  
Microvertebrados Fósseis do Cretáceo Superior (Bacia  
Bauru) Afloramento “Tartaruguito”, Município de  
Pirapozinho (SP)”**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências  
da Universidade de São Paulo para a obtenção do  
Título de Mestre em Ciências, na área de Zoologia

Orientador: Prof.º Dr.º Hussam Zaher

São Paulo

2013

# FICHA CATALOGRÁFICA

Rosa, Melissa Padilha Duarte

Descrição Osteológica e Posicionamento Taxonômico de Microvertebrados Fósseis do Cretáceo Superior (Bacia Bauru) Afloramento “Tartaruguito”, Município de Pirapozinho (SP). 127p.

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia.

1. Microvertebrados 2. Fóssil 3. Cretáceo 4. Bacia Bauru. 5. Pirapozinho. I. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. Departamento de Zoologia

## COMISSÃO JULGADORA

---

**Prof. Dr.**

---

**Prof. Dr.**

---

**Prof. Dr. Hussam Zaher**

*Dedico este trabalho a meus pais, meu irmão e família que foram responsáveis pela minha formação e pelos seus esforços me permitiram chegar onde estou hoje.*

*As ossadas são nossa única eternidade*

**Mia Couto**



## Agradecimentos

Gostaria de começar agradecendo aos meus pais que me possibilitaram chegar onde estou, ao apoio do meu irmão e de toda minha família, sempre apoiando e suportando todas as minhas decisões e escolhas .

Agradecer ao meu orientador professor Hussam pela oportunidade e pela orientação e atenção durante o desenvolvimento deste trabalho, por me acrescentar principalmente crescimento profissional através de seus conselhos e dicas.

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado durante o período de 2011 a 2013.

Aos professores Sérgio Alex Azevedo e Luciana Barbosa do Museu Nacional no Rio de Janeiro por todo apoio e prestatividade durante a minha passagem pela cidade e pelo museu, não só liberando acesso aos materiais para observação, como toda a ajuda e atenção pessoal durante o período.

Ao professor José Lima da seção de Ictiologia do Museu de Zoologia que me ajudou com todo o material de peixe, liberando acesso aos materiais, além das dicas de bibliografia para consulta.

À professora Valéria Gallo meu muito obrigado também pois, foi bastante solícita e atenciosa quando precisei de seu auxílio.

Obrigada a todos os funcionários da biblioteca, Dione e Marta que não medem esforços para nos ajudar a achar livros e artigos, por mais difícil que pareça elas sempre encontram.

Ao Beto (Alberto) pela paciência, por todo auxílio, orientação, conselhos e apoios, tenho certeza que sem a sua ajuda e amizade, o caminho trilhado teria sido mais difícil. Obrigada pelas oportunidades, pelas risadas, piadas e toda a orientação e aprendizagem nos trabalhos de campo. Muito obrigada Beto!

À todos os amigos do laboratório de Paleontologia, Pirula (Paulo Nascimento), Bruno, Natasha, Rosely, Natan, Rafael, Leandro, Wellton, Karla, Ana que me ajudaram, aguentaram minhas reclamações, dividimos momentos e risadas, a todos vocês obrigada pela amizade, pelo apoio sempre.

Agradeço a todos que contribuíram para que este trabalho fosse executado e finalizado. Obrigada!

# INDÍCE

---

Resumo

Abstract

1. Introdução.....	1
1.1 Paleofauna da Bacia Bauru .....	2
1.2 Diversidade Fóssil .....	3
2. Geologia .....	6
2.1 Histórico dos Estudos .....	6
2.2 Formação Presidente Prudente .....	8
2.3 Sítio Fossilífero de Pirapozinho.....	9
3. Tafonomia .....	11
4. Microvertebrados .....	14
5. Objetivos .....	18
6. Materiais e Métodos .....	19
6.1 Coleta de material de estudo .....	19
6.2 Preparação dos Materiais Fósseis .....	20
6.3 Análise dos materiais .....	23
6.3.1 Metodologia para a análise dos materiais fósseis .....	23
6.3.2 Metodologia para os dados tafonômicos .....	25
7. Resultados e Discussão .....	27
7.1 Sistemática Paleontológica .....	28
7.1.1 Escamas ganóides de Actinopterygii indeterminados.....	28
7.2 Dentes de Actinopterygii .....	31
7.2.1 Morfotipo 1 .....	31
7.2.2 Morfotipo 2 .....	35
7.2.3 Morfotipo 3 .....	37
7.3 Vértabras de Actinopterygii .....	40
7.4 Dente de Dinosauria .....	49
7.5 Dentes de Crocodylomorpha .....	53
7.5.1 Morfotipo 1 .....	53
7.5.2 Morfotipo 2 .....	56
7.6 Elementos de Testudines .....	59

7.6.1	Fragmentos de carapaça e plastrão .....	59
7.6.2	Mandíbula .....	60
7.6.3	Úmero .....	65
8.	Dados Tafonômicos do Afloramento .....	70
8.1	Dados da Assembléia .....	72
8.1.1	Tamanho da amostragem .....	72
8.1.2	Densidade espacial .....	73
8.1.3	Articulação óssea .....	73
8.1.4	Empacotamento .....	74
8.1.5	Representação taxonômica .....	76
8.1.6	Modificação óssea .....	78
8.1.6.1	Intemperismo .....	78
8.1.6.2	Abrasão .....	78
8.2	Discussão dos Resultados Tafonômicos .....	80
9.	Conclusão .....	83
10.	Referências Bibliográficas .....	85
11.	Anexos .....	107



## RESUMO

---

No presente trabalho materiais de microvertebrados coletados no sítio fossilífero de Pirapozinho são descritos. Estão presentes nesta camada materiais fósseis de peixes, quelônios e dentes de dinossauro e crocodilo. Diversos estudos anteriores descreveram e posicionaram filogeneticamente o exemplar mais comum encontrado na localidade, o quelônio fóssil *Bauruemys elegans*, porém não existem trabalhos sistemáticos voltados para a descrição dos fragmentos presentes no afloramento. Para classificar taxonomicamente os materiais encontrados, foram empregados os materiais depositados em coleções científicas e a informação disponível na literatura. Grande parte do material triado corresponde a fragmentos que não puderam ser utilizados para descrição, pois apresentam considerável desgaste, provavelmente devido ao teor da camada que indica se tratem de materiais oriundos de eventos de transporte hidráulico, hipótese levantada devido ao empacotamento, abrasão e completa dissociação e desarticulação que se encontram os materiais.

## ABSTRACT

---

In this work microvertebrate materials from Pirapozinho fossiliferous site were collected and described. In this strata are present fossil material of fish, turtles and teeth of dinosaur and crocodile. Several previous works described and placed phylogenetically the most common specimen found in this locality, the fossil turtle *Bauruemys elegans*, however there are no systematic work focused on the fragments descriptions present in the locality. To classify taxonomically the materials found, were used the materials deposited in scientific collections and in information available in literature. Most of the material screened corresponds to fragments that could not be used for description, because they show considerable wear, probably due to the content of the strata that indicates that these material are related to events of hydraulic transport, hypothesis due to packaging, abrasion and complete dissociation and disarticulation of the materials.

# 1. INTRODUÇÃO

O período Cretáceo brasileiro é extremamente rico e diverso. Grande parte dos materiais de vertebrados fósseis coletados e estudados no Brasil correspondem a este período. Fósseis importantes foram descritos em pesquisas realizadas por diversas instituições do país nesses afloramentos, abrangendo desde plantas aos dinossauros.

As bacias, grupos e formações cretáceas estão distribuídos por diversas regiões, mas uma das principais localidades deste período está situada nas regiões sudeste e centro-oeste, a chamada Bacia Bauru (*sensu* Fernandes & Coimbra, 1996)

Há muitos anos a Bacia Bauru é alvo de importantes estudos paleontológicos. O motivo principal é que esta região abrange um dos maiores e mais importantes sítios fósseis do Brasil (Candeiro & Rich, 2010).

A Bacia Bauru estende-se pelo oeste paulista, noroeste do Estado do Paraná, porção oriental do Estado de Mato Grosso do Sul, Triângulo Mineiro e sul do Estado de Goiás (Fernandes & Coimbra, 1996). É uma bacia continental formada no Cretáceo Superior tendo como área cerca de 370.000 km<sup>2</sup>, com estratos essencialmente arenosos formados sobre os depósitos de basalto da Formação Serra Geral. (Soares, 1980; Fernandes, 1992, 1998; Riccomini, 1997; Fernandes e Coimbra, 1994, 1996, 2000).

A diversidade desta bacia é representada principalmente por espécimes bem preservados de crocodilomorfos. Mas muitos outros grupos possuem registros por toda a bacia, como peixes, quelônios, dinossauros e anuros. Além de icnofósseis e invertebrados.

As formações Adamantina e Marília possuem a maior parte destes registros (Fernandes & Coimbra, 1996; Dias-Brito *et al.*, 2001).

Apesar de diversos trabalhos focarem no estudo da bacia ainda não há uma unanimidade quanto à seqüência sedimentar e a nomenclatura utilizada para as unidades litoestratigráficas. (Soares, 1980; Fernandes & Coimbra, 1996, 2000).

Uma das mais importantes e tradicionais localidades da Bacia Bauru está localizado próximo à cidade de Pirapozinho, no estado de São Paulo, onde ocorrem os sedimentos do Maastrichtiano da Formação Presidente Prudente (*sensu* Fernandes & Coimbra, 2000).

É neste afloramento que há registro de diversos espécimes de *Bauruemys elegans* Suárez, 1969, associados e muitas vezes interpostos na camada. Devido a essa preservação massiva de exemplares de *Bauruemys* a localidade também é chamada de “Tartaruguito”.

Diversos exemplares desse quelônio são encontrados associados à camada fossilífera, mas outros fósseis foram encontrados nos afloramentos como um exemplar do crocodilo do clado Peirosauridae *Pepesuchus deisae* (Campos *et al.*, 2011).

Próximo ao estrato de quelônios foi encontrado uma camada de microrestos, contendo diversas estruturas esqueléticas e dérmicas desarticuladas e, em alguns casos fragmentados de variados grupos de vertebrados fósseis.

É nessa camada que focamos o presente estudo, buscando um diagnóstico morfológico preciso das estruturas além, de um posicionamento taxonômico menos inclusivo possível. Além disso, buscamos compreender os processos tafonômicos que levaram a tal acumulação, além do padrão fragmentário dos restos fósseis.

Associada a compreensão do processo de fossilização desta camada, o presente estudo contribui de forma importante para o entendimento da paleofauna presente na Bacia Bauru, encontrando registros inéditos para a região.

## 1.2 Paleofauna da Bacia Bauru

Os registros fossilíferos de vertebrados da Bacia Bauru, são em sua maioria, encontrados nas formações Marília e Adamantina, e abrangem desde exemplares de médio e grande porte em excelente estado de conservação até microvertebrados (Dias-Brito *et al.*, 2001; Fernandes & Coimbra, 1996).

Grande parte destes registros são de crocodylomorfos, que colocam a Bacia Bauru como a região mais rica em fósseis de Crocodylomorpha no Brasil (*Baurusuchus pachecoi* Price, 1945; *Sphagesaurus huenei* Price, 1950; *Itasuchus jesuinoi* Price, 1955; *Peirosaurus tormini* Price, 1955; *Mariliasuchus amarali* Carvalho & Bertini, 1999; *Stratiotosuchus maxhechti* Campos *et al.*, 2001; *Uberabasuchus terrificus* Carvalho *et al.*, 2004; *Baurusuchus salgadoensis* Carvalho *et al.*, 2005; *Adamantinasuchus navae* Nobre & Carvalho, 2006; *Montealtosuchus arrudacamposi* Carvalho *et al.*, 2007; *Mariliasuchus robustus* Nobre *et al.*, 2007; *Sphagesaurus montealtensis* Andrade & Bertini 2008;

*Armadillosuchus arrudai* Marinho & Carvalho, 2009; *Morrinhosuchus luziae* Iori & Carvalho, 2009; *Baurusuchus albertoi* Nascimento & Zaher, 2010; *Pepesuchus deisae*, Campos *et al.*, 2011). Há registros de outros vertebrados, ainda que em representatividade mais baixa, como quelônios (Mezzalira, 1966), peixes (Bertini *et al.* 1993; Azevedo *et al.*, 2007), anuros (Baez & Peri, 1989; Carvalho, 2006), diversos registros de dinossauros (Arid & Vizzoto, 1971; Bertini, 1996; Kellner & Azevedo, 1999; Kellner & Campos, 2002; Candeiro, 2002; Candeiro, 2004; Novas *et al.* 2005), lagartos (Estes & Price, 1973; Candeiro *et al.*, 2009), serpente (Zaher *et al.*, 2003), mamífero (Bertini *et al.*, 1993) e aves (Alvarenga e Nava, 2005).

Ícnofósseis relacionados a vertebrados também são registrados, como ovos fossilizados e coprólitos (Magalhães-Ribeiro & Souto, 1999; Azevedo *et al.*, 2000; Nobre *et al.*, 2007).

### **1.3 Diversidade Fóssil.**

Registros de peixes são bastante abundantes no Brasil, principalmente na Bacia do Araripe, de onde provém imensa quantidade de espécimes descritos. (Agassiz, 1841; Santos 1945, 1958, 1970, 1994; Wenz 1990, Brito & Gallo, 2003, Leal & Brito 2004; Figueiredo & Gallo, 2004). Já na Bacia Bauru, o registro é bem menor, e grande parte esta representado por materiais isolados. Na literatura existem diversos registros de escamas ganóides para esta bacia (Pacheco, 1913, Price, 1955, Arid & Vizzoto, 1963; Mezzalira, 1959, 1966), mas até o momento somente uma espécie de peixe foi descrita, *Lepisosteus cominato* (Santos, 1984), baseado em um fóssil coletado na cidade de Pacaembu Paulista no estado de São Paulo e composto de um fragmento parcial do corpo, sem o crânio, e escamas isoladas na Formação Adamantina.

Dentes de Actinopterygii ocorrem em diversas formações dentro da Bacia Bauru e há cinco grupos citados, Lepisosteiformes, Osteoglossiformes, Characiformes, Siluriformes e Perciformes (Bertini *et al.*, 1993; Azevedo *et al.*, 2007).

Os Lepisosteiformes são o grupo mais basal do clado Actinopterygii, cujos representantes atuais se restringem a dois gêneros, *Atractosteus* e *Lepisosteus* (Wiley, 1976; Nelson, 1994), abrangendo sete espécies dos chamados “Gars”.

Os Lepisosteiformes têm sua distribuição atual restrita ao hemisfério norte ocidental, encontrado na América Central, América do Norte e as ilhas do Caribe. Sua distribuição se amplia quando incluímos os fósseis. Registros deste grupo são encontrados em diversas bacias sedimentares, demonstrando que a distribuição anterior era muito mais ampla. Com a descrição de um Lepisosteiforme da Bacia do Araripe (Wenz & Brito, 1992) os registros de gars com esqueletos articulados se entendem desde Cretáceo inferior até os dias atuais (Grande, 2010). Há registros do grupo em diversas locais como Estados Unidos, Europa, África, Madagascar, Índia e América do Sul (Cavin & Brito, 2001).

No Brasil há registros de lepisosteiformes principalmente na Bacia do Araripe (Wenz & Brito, 1992) e também na Bacia Bauru (Santos, 1984). Outra família do clado Lepisosteiformes, Obaichthyidae, foi descrita com base em um espécime coletado nos sedimentos da Bacia do Araripe (Wenz & Brito, 1992), e que apresenta hoje, dois gêneros, *Obaichthys* e *Dentilepisosteus* (Wenz & Brito, 1992; Grande, 2010).

Os Lepisosteiformes são caracterizados por diversas sinapomorfias como vértebras opistocélicas, dentes com plicidentina, placas pós orbitais, série de ossos infraorbitais dentados cruzados pelo canal infra orbital, perda de ossos neurocraniais, ausência dos miodomos anteriores e posteriores. (Wiley, 1976; Grande, 2010)

Dentes são uma das estruturas mais comuns em localidades que contêm microvertebrados, principalmente dentes de dinossauros. A formação Judith River no sul da cidade de Alberta no Canadá é um exemplo de localidade que fornece uma grande diversidade de dentes de dinossauros, além de outras estruturas, contribuindo de forma efetiva para o aumento do conhecimento da diversidade de dinossauros que já existiu, bem como de sua distribuição.

Diversos trabalhos ao longo das últimas décadas foram realizados buscando a identificação de dentes isolados de dinossauros. Essas identificações são baseadas em metodologias desenvolvidas especificamente para diagnóstico de dentes com dados comparativos extraídos dos exemplares, muitos puderam ser associados a táxons menos inclusivos, alguns até ao nível de espécie. Muitos desses materiais só podem ser identificados através desse tipo de metodologia visto que, a grande maioria desses materiais são encontrados isolados, e devido à escassez de mais materiais, normalmente não podem

ser comparados de forma mais ampla pela falta de exemplares mais completos da mesma localidade (Larson & Currie, 2013).

O estudo de dentes isolados de dinossauros tem ganhado bastante destaque, principalmente a partir do final do século 20. Vários autores propõem metodologias de análises baseadas principalmente em caracteres morfométricos, macro e micro morfológicos, gerando dados que permitem em muitos casos a identificação ao nível de família.

Os registros fossilíferos da Bacia Bauru apontam para a presença de três grupos principais de Theropoda até o momento: Abelisauridae, Carcharodontosauridae e Spinosauridae. Estes registros baseiam-se em sua maioria em descrições de espécimes incompletos e de dentes encontrados nas Formações Marília e Adamantina (Arid & Vizzoto, 1963; Bertini, 1996; Kellner & Campos, 2002; Bittencourt & Kellner, 2002; Candeiro, 2002; Candeiro, *et. al.*, 2004).

Os Abelisauridae brasileiros incluem *Pycnonemosaurus nevesi* (Kellner & Campos, 2002), uma espécie descrita para a Formação Adamantina e representada apenas por material pós-craniano. Dentes descritos por Bittencourt & Kellner (2002) foram posteriormente atribuídos a esta espécie. Bertini (1996) descreveu uma pré-maxila de Abelisauridae, assim como diversos dentes também descritos por outros autores para a Bacia Bauru (Candeiro, 2004).

Os Spinosauridae e Carcharodontosauridae estão representados apenas por dentes na Bacia Bauru (Candeiro, 2002; Kellner & Campos, 2002). Segundo Candeiro (2002), os dentes dos Spinosauridae são robustos, cônicos e com presença de estrias na coroa.

Os dentes de Abelisauridae se caracterizam por terem uma coroa baixa e pouco recurvada, serem muito comprimidos lábio-lingualmente, possuírem dentículos sub-quadrangular e fendas interdenticulares pouco profundas. Já os dentes de Carcharodontosauridae são caracterizados por uma coroa mais alta e recurvada, com uma superfície enrugada, serem comprimidos lábio-lingualmente, possuírem dentículos retangulares e fendas interdenticulares pouco profundas (Candeiro, 2006).

## 2. GEOLOGIA DA BACIA BAURU

A Bacia Bauru, tem cerca de 370.000 km<sup>2</sup> de área e espessura máxima preservada de cerca de 300 metros. Ocorre entre os paralelos 18°S e 25°S, meridianos 47°W e 55°W, nos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Goiás. (Fernandes & Coimbra, 1996)

Formou-se no cretáceo superior da plataforma sul-americana, sobre os derrames basálticos da Formação Serra Geral, da Bacia do Paraná, proveniente do intenso evento de vulcanismo, no início do período Cretáceo, precedendo e acompanhando a ruptura do paleocontinente gondwânico (Fernandes & Coimbra, 1996; Riccomini, 1997).

### 2.1 Histórico dos estudos na Bacia Bauru

Os sedimentos da Bacia Bauru (*sensu* Fernandes & Coimbra) são alvo de estudos há muitos anos, diversas foram as propostas para correlacionar as camadas sedimentares com períodos e processos geológicos.

Os estudos se iniciaram durante as campanhas da Comissão Geográfica e Geológica da Província de São Paulo, no final do século XIX, onde foi atribuído o nome “*Grês de Bauru*” por Gonzaga de Campos aos depósitos supra-basálticos no estado de São Paulo. (Campos 1889). Inicialmente, a bacia foi datada de acordo com estudos comparativos correlacionando os vertebrados encontrados com registros de outras áreas (Dias-Brito *et al.*; 2001). Desta forma, Pacheco (1913) datou pela primeira vez a bacia como pertencente ao período Jurássico-Cretáceo.

Huene (1927, 1939) sugeriu idades neo-senoniana e jurássica para diferentes sedimentos e áreas da bacia.

Mas foi em 1980 que Soares e colaboradores apresentaram uma base mais sólida para as unidades litológicas da Formação Bauru, sendo a nomenclatura proposta por estes autores aceita até hoje para alguns pesquisadores (Soares *et al.*, 1980).

Soares *et al.* (1980) mapearam a região do sudoeste do Estado de São Paulo (Soares *et al.*, 1974, 1979; Suguio *et al.*, 1977), onde caracterizaram as diferentes unidades



litoestratigráfica. Neste trabalho, a até então chamada Formação Bauru foi elevada à categoria de Grupo Bauru, constituída de quatro formações: Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

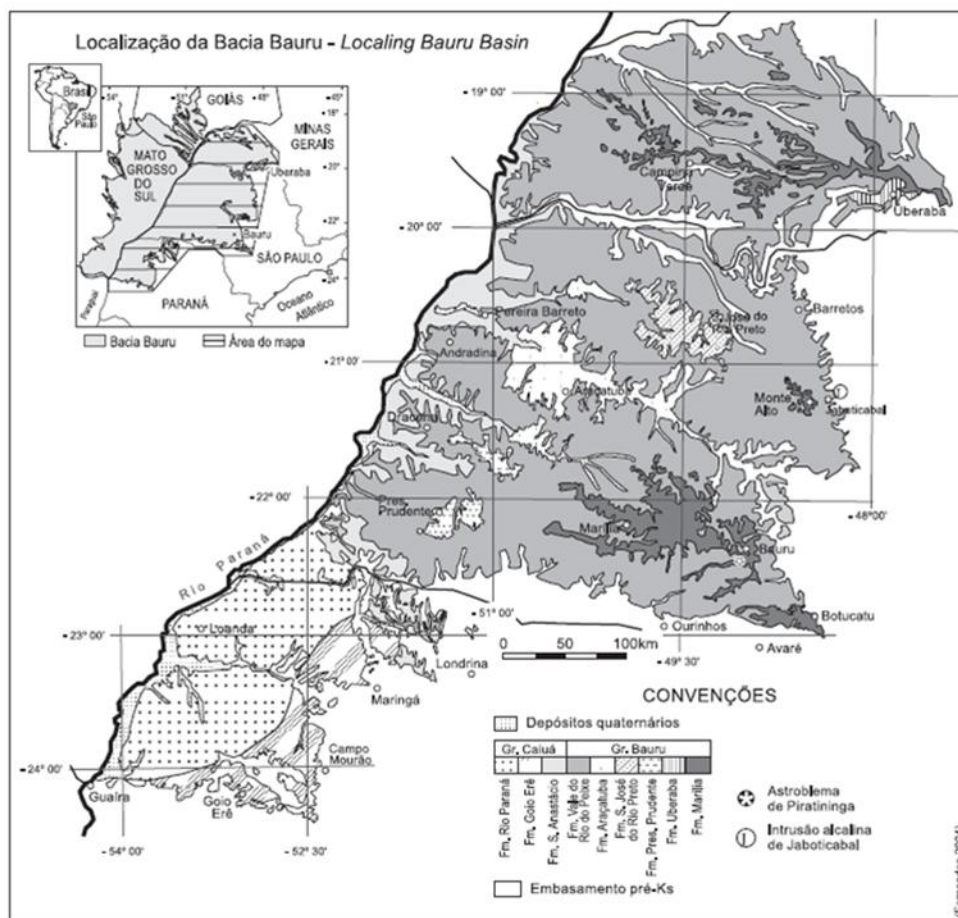


Figura 1. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (modificado de Fernandes, 2004)

Mais recentemente, Fernandes & Coimbra (1996) consideraram que os sedimentos do Grupo Bauru formavam uma bacia sedimentar distinta da Bacia do Paraná, denominando-a Bacia Bauru. .

De fato, no final do Cretáceo inferior, ocorreram diversos eventos de vulcanismo associados ao rompimento do paleocontinente Gondwana, originando a parte sul do Oceano Atlântico. O vulcanismo foi um dos fenômenos geradores da Formação Serra Geral da

Bacia do Paraná. Após o fim dos eventos de vulcanismo, se encerra também a sedimentação dessa bacia. De acordo com estes autores, os sedimentos formadores da Bacia Bauru provêm de alteração e erosão de rochas paleozóicas e pré-cambrianas expostas nas bordas, que se acumularam numa depressão do centro-sul da Plataforma sul-americana após erosão e transporte por centenas de quilômetros. Assim, Fernandes & Coimbra (1996) dissociaram a deposição do Cretáceo Superior da Bacia do Paraná daquela que originou a Bacia Bauru, considerando esses sedimentos como formadores da nova Bacia Bauru (Fernandes & Coimbra, 1996; Milani *et al.*, 2007).

Composta por uma sequência sedimentar arenosa, a Bacia Bauru é formada por dois grupos cronocorrelatos, Caiuá e Bauru (Fernandes & Coimbra, 1996). O Grupo Caiuá é constituído pelas formações Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio, enquanto que o Grupo Bauru é composto pelas formações Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília. Além dos Analcimitos Taiúva, formados por rochas vulcânicas intercaladas com a Formação Rio do Peixe, ocorrendo em subsuperfície na região centro-oeste de São Paulo, próximo à cidade de Taiúva (Fernandes & Coimbra, 1996, 2000; Fernandes, 2004).

Segundo Fernandes & Coimbra (1994) o grupo Caiuá corresponde a depósitos arenosos acumulados por atividade eólica, e o grupo Bauru corresponde a acumulações características de ambientes fluviais e de leques aluviais. Os sedimentos são datados do intervalo Santoniano-Maastrichtiano do Cretáceo Superior. Os tipos de fósseis encontrados e sua distribuição refletem um clima desértico no interior da bacia e mais favorável à vida nas bordas (Fernandes & Coimbra, 1996).

Paula e Silva *et al.* (2005) ainda consideram os sedimentos do Bauru pertencentes à Bacia do Paraná, adotando a nomenclatura tradicional de Soares *et al.* (1980), acrescentando as formações Araçatuba, Pirapozinho e Birigui, proposto por Barcelos & Suguio (1987) e Batezelli *et al.* (1999).

## **2.2 A Formação Presidente Prudente.**

A Formação Presidente Prudente ocorre na parte superior de interflúvios dos rios do Peixe e Paranapanema, próximo à cidade de Presidente Prudente, com exposições de fácies

nas cidades de Presidente Prudente e Adamantina, no estado de São Paulo. (Fernandes & Coimbra, 2000; Fernandes, 2004)

A Formação Presidente Prudente tem espessura de no máximo 50 metros, de acordo com poços perfurados na região de Presidente Prudente. Corresponde à parte restrita da litofácies Taciba (Soares *et al.*, 1980). Aflora sobre os sedimentos da Formação Vale do Rio do Peixe, sendo que o contato entre as duas é interdigitado, o que demonstra uma instalação gradual dos depósitos aluviais correspondentes à Formação Presidente Prudente sobre a formação Vale do Rio do Peixe que foi formada através de deposição eólica (Fernandes, 2004).

A Formação Presidente Prudente formou-se em sistema fluvial meandrante arenoso fino de canais rasos. A unidade é composta pela alternância de depósitos de preenchimento de canais amplos a rasos, com depósito de planícies de inundação. O caráter meandrante deu-se em razão da baixa declividade regional das áreas interiores da bacia. Nas litofácies de arrombamento de diques marginais, preservam-se esqueletos fósseis menos desarticulados, como por exemplo, os cascos de tartarugas (Fernandes & Coimbra, 2000)

A Formação é constituída de arenitos muito finos a finos e lamitos arenosos, de cor marrom-avermelhada clara a bege, seleção moderada a má, e matriz lamítica. Os lamitos argilosos têm cor marrom-escura e contêm, em determinados planos, intraclastos argilosos de cor marrom subangulosos a subarredondados (Fernandes, 2004).

### **2.3 Sítio Fossilífero de Pirapozinho**

O Sítio Fossilífero de Pirapozinho é conhecido pela sua riqueza em fósseis de tartarugas densamente dispostos, sendo conhecido informalmente por “Tartaruguito”. Desde sua descoberta, a partir dos primeiros trabalhos de coleta conduzidos pelo Professor José Martins Suárez (Campos *et al.*, 2011), o “Tartaruguito” de Pirapozinho tem sido o objeto de intensos estudos.



Figura 2: Foto da estrada de ferro em Pirapozinho. Retirada de Suarez (1999)

O afloramento conhecido como “Tartaruguito” corresponde à antiga estrada de ferro Sorocabana, aberta em meados da década de 1950, como um projeto para levar a ferrovia até a cidade de Dourados em Mato Grosso do Sul. Atravessando o Pontal de Paranapanema, este ramal ferroviário funcionou por pouco tempo, restando somente a depressão correspondente à estrada (Suárez, 1999).

Com o corte das seções para a construção da estrada de ferro, as camadas sedimentares cretáceas puderam ser expostas e examinadas. No corte correspondente ao quilômetro 736,1, localizado nas coordenadas latitude 22°13'08" S, longitude 51°25'59" W e altitude 402,96 metros, foi observada uma quantidade surpreendente de fósseis, em sua grande maioria de quelônios. Grande parte desse material encontrado corresponde à espécie *Bauruemys elegans*, descrita originalmente por Suárez como *Podocnemis elegans* (Suárez, 1969; 1999).

Além dos espécimes de quelônios, o afloramento possui registros de crocodilos, lamelibrânquios, carófitas e crustáceos (Mezzalira 1966, 1973; Suárez, 1973; Suárez & Campos, 1995; Dias-Brito *et al.*, 1998. Campos *et al.*, 2011)

Recentemente, Campos *et al.* (2011) descreveram um novo crocodilo peirosaurídeo coletado no “Tartaruguito”, *Pepesuchus deiseae*, e depositado no Museu Nacional do Rio

de Janeiro. O exemplar é composto por um crânio praticamente completo, vértebras caudais e sacrais, osteodermes e elementos dos membros.

Mesmo assim, os materiais mais característicos deste afloramento são os do quelônio *Bauruemys elegans*, representado por uma grande quantidade de exemplares bem preservados, com casco e plastrão, muitas vezes com crânio e elementos do esqueleto apendicular. Há registros ainda de outra espécie de quelônio encontrada no “Tartaruguito”, *Roxochelys wanderleyi* (Staesche, 1937), composta de carapaça e crânio incompleto.

### 3. TAFONOMIA

O termo “Tafonomia” foi cunhado por Efremov (1940) para designar o estudo das leis que governam a transição dos restos orgânicos da biosfera para a litosfera. A sua abrangência vai desde os eventos imediatamente posteriores à morte e sepultamento até a coleta do fóssil e sua preparação (Rogers, 1994).

Apesar de uma definição objetiva ter sido oficializada apenas em 1940, o estudo tafonômico é anterior à sua oficialização como área importante dentro dos estudos paleontológicos. As primeiras investigações de cunho tafonômico datam do século XV, quando Leonardo Da Vinci observou bivalves fósseis encontrados no topo de montanhas ao sul da Europa e concluiu que não haviam sido transportados pelo dilúvio de Noé, crença comum na época, mas na realidade tinham vivido e morrido *in situ* (Martin, 1999, Behrensmeier & Kidwell, 1985).

De modo geral, a história da tafonomia está intimamente ligada à da paleontologia, permitindo uma contextualização maior dos fósseis em seu ambiente de sedimentação (Martin, 1999; Holz & Barberena, 2002).

Efremov oficializou a tafonomia em 1940, mas um grupo de pesquisadores alemães já trabalhava com essa temática a pelo menos 40 anos. Estes formavam a “Escola Atualista da Paleontologia Alemã”, e tinham como expoentes os paleontólogos Otto Abel, Johannes Walther e Johannes Weigelt. A importância de suas pesquisas é evidente já que foram os alemães que estabeleceram as fundações da tafonomia nas três primeiras décadas do século XX (Behrensmeier & Kidwell, 1985; Holz & Simões, 2002). Entretanto, ao contrário dos alemães que focaram seus trabalhos em tafonomia em uma interpretação paleoambiental,

Efremov, por ser um paleontólogo de vertebrados, direcionou sua pesquisa para o caráter incompleto do registro fossilífero (Martin, 1999; Holz & Simões, 2002).

Com exceção dos alemães e de alguns russos, a tafonomia ficou relativamente pouco conhecida até meados de 1970. Holz e Simões (2002) apresentam duas razões para a dificuldade na disseminação dos estudos tafonômicos: a) a barreira línguística e b) a situação política da época, ou seja, o sentimento anti-alemão generalizado que pairava no mundo depois das duas guerras mundiais (Behrensmeyer & Kidwell, 1985; Holz & Simões, 2002).

Igualmente com o que ocorreu com o trabalho de Hennig (1950) sobre Sistemática Filogenética, o trabalho de Efremov só foi amplamente divulgado depois de sua tradução para o inglês em 1958. Nos Estados Unidos, a tafonomia começou a ser difundida em meados de 1950, a partir dos trabalhos de George Gaylord Simpson e Everett Olson, amigo pessoal de Efremov (Holz & Simões, 2002). Após esse período, trabalhos importantes foram publicados em diversas linhas de pesquisa tafonômica como, por exemplo, o estudos desenvolvidos por Voorhies (1969) que até hoje são empregados como parâmetro para a análise de transporte de ossos.

A tafonomia se estabeleceu de vez como disciplina na década de 80, seguindo os trabalhos de Ana Behrensmeyer que descreveu o padrão de ocorrência de elementos esqueléticos recentes em ambientes naturais da África, formando assim uma base conceitual sólida para o entendimento dos padrões apresentados pelos fósseis em assembléias fossilíferas. Na mesma década, iniciou-se a divulgação da Tafonomia na literatura especializada e através de obras mais gerais (Holz & Simões, 2002; Allison & Bottjer, 2011).

Com ampla difusão dentro da Paleontologia e da Geologia, a Tafonomia também passou a ser utilizada em outros campos de pesquisa como na Arqueologia (Behrensmeyer & Kidwell, 1985). Uma das características mais importantes da tafonomia é a sua abrangência multidisciplinar, envolvendo informações geológicas, paleontológicas, ecológicas e biológicas, bem como informações de escala temporal e geográfica necessárias a uma ampla análise de dados (Holz & Simões, 2002)

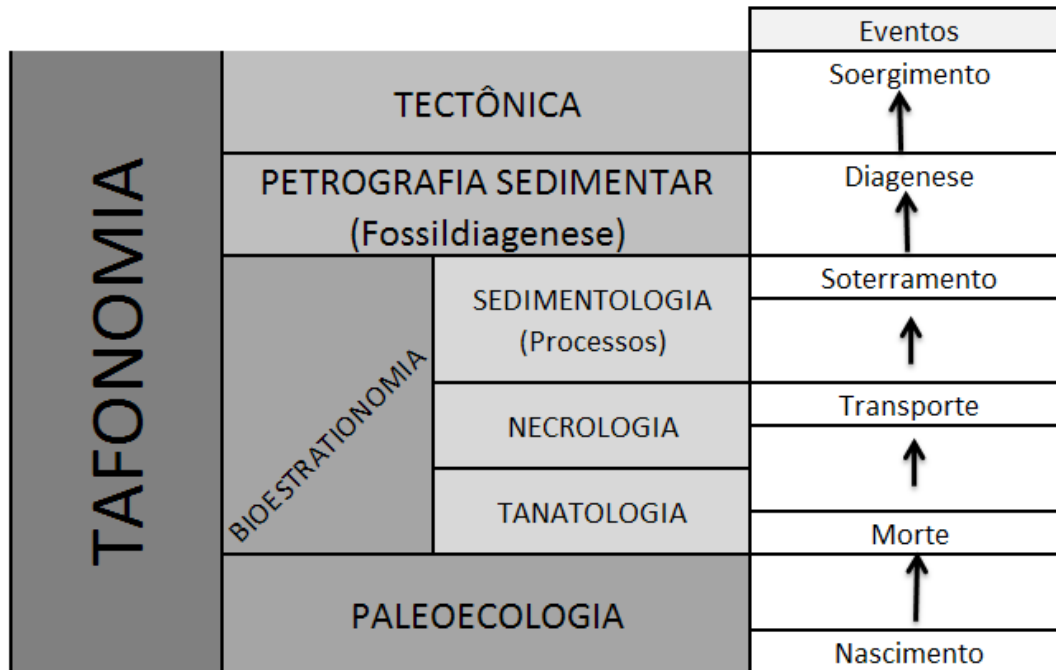


Figura 3: Relações entre a tafonomia, suas subdivisões e eventos geradores das concentrações fossilíferas (modificado de Simões & Holz, 2000; Holz & Simões, 2002)

Para Behrensmeyer & Kidwell (1985) a Tafonomia abrange o estudo dos processos de fossilização e os fatores que o influenciam, englobando dois conceitos denominados de Bioestratinomia e Diagênese dos fósseis. A bioestratinomia estuda a história do organismo até o soterramento, incluindo a causa da morte, sua decomposição, transporte e soterramento. Já a diagênese dos fósseis corresponde aos processos físicos e químicos que alteram os restos esqueléticos, após o soterramento. Outros autores incluem ainda o estudo da necrólise como uma área de pesquisa dentro da Tafonomia, que envolve a morte do organismo bem como suas causas, até a necrólise dos tecidos (Holz & Simões, 2002).

## 4. MICROVERTEBRADOS

É notória a importância dos fósseis na compreensão das relações filogenéticas dos grupos atuais. Além disso, estes também têm um papel fundamental na definição dos processos e eventos que modelaram os ambientes terrestres e aquáticos.

Fósseis são encontrados de diversas formas, desde bem preservados e articulados até materiais dissociados e fragmentados. Entretanto, as pesquisas se restringem, em sua maioria, aos exemplares bem preservados, deixando em segundo plano os registros fragmentados.

O termo “microvertebrado” é amplamente usado para designar pequenos elementos fragmentados ou não, encontrados em sítios fossilíferos com uma ampla diversidade taxonômica, mas, poucos são os trabalhos que trazem claramente uma definição quanto ao que é um microvertebrado, esta designação abrange uma gama de estruturas e de vertebrados muito diversas.

Behrensmeyer (1991) define microvertebrados como animais que tinha peso aproximado abaixo de cinco quilos quando vivos.

Heckert (2001) estipula o tamanho de um microvertebrado em 12.5 milímetros de diâmetro, seja este um elemento isolado como dente, osso ou escamas.

Camadas contendo fragmentos de pequenos e grandes vertebrados dissociados são encontradas em diferentes bacias, bem como em períodos geológicos muito distintos. Poucos trabalhos demonstram a real diversidade contida nessas camadas, em sua grande maioria os registros provem de camadas localizadas em bacias sedimentares nos Estados Unidos e Europa.

Já, no Brasil, poucos trabalhos são focados diretamente nesses estratos e neste tipo de material. Muitos dos trabalhos são esparsos e os materiais descritos se referem normalmente a pequenos fragmentos dissociados, principalmente dentes de dinossauros, mas poucos são os estudos sistemáticos disponíveis para o Brasil (Bertini et al, 1993; Franco, 1999; Elias, 2006; Azevedo, 2007; Candeiro, 2007).

As localidades que contêm microfósseis de vertebrados (microvertebrados, microrestos, *microsites*) são bastante distintas, pois incluem pequenos ossos, em geral



dissociados ou fragmentados, além de dentes e elementos do esqueleto dérmico, como escamas. (Brinkman *et al.*, 2005)

Essas localidades registram diferentes táxons aglomerados, de peixes a mamíferos, e são encontrados em períodos geológicos bem diferentes, desde o paleozóico até o cenozóico (Long, 1990; Young, 1997; Clark *et al.*, 1999; Heckert, 2001; Brinkman, 2005; Martinelli *et al.*, 2006; Heckert *et al.*, 2012).

Essas localidades fossilíferas também são conhecidas como *bonebeds*. Dentro dessa nomenclatura há diversos subtipos, dentre os quais aqueles constituídos por microvertebrados.

Na classificação de Rogers e colaboradores (2007), *bonebeds* podem ser definidos como localidades que consistem de restos parciais ou completos de mais de um vertebrado numa concentração considerável, em um *bedding plane*, superfície erodida ou através de um *single bed*.

Os locais são classificados basicamente por 3 itens:

- 1) tamanho do elemento esquelético;
- 2) diversidade taxonômica;
- 3) abundância relativa taxonômica.

Quanto ao tamanho dos elementos esqueléticos, três são as definições para os *bonebeds* :

- 1) microfósseis;
- 2) macrofósseis;
- 3) *mixed bonebeds*.

Na denominação 1, enquadram-se os *bonebeds* de microfósseis de vertebrados, *microsites*, localidades e sítios de microvertebrados, de acordo com as variadas denominações encontradas na literatura. Deve-se salientar que há muita discussão em torno desse tema e a definição não é muito clara, mas pode-se delimitar as localidades de microfósseis por aquelas que contém mais de 75% de espécimes identificáveis com menos de 5 centímetros, em contraposição àquelas localidades de macrofósseis que possuem mais

de 75% de seus materiais com mais de 5 centímetros de dimensão total. Locais contendo uma mistura de microfósseis e macrofósseis, com mais de 25% dos espécimes identificáveis para cada grupo, são referidos como “*mixed bonebeds*” (Rogers *et al.*, 2007).

Quanto à diversidade taxonômica, esta pode ser classificada como segue: 1) *bonebeds* monotaxonômicos, compostos por fósseis do mesmo gênero e espécie e 2) multitaxonômicos, com mais de um gênero e espécie presentes. Estes últimos podem apresentar baixa ou alta diversidade, de acordo com o que é encontrado (Rogers *et al.*, 2007).

Quanto à abundância relativa taxonômica, os *bonebeds* podem ser:

1) monodominantes, isto é, quando um táxon representa 50% ou mais do número de espécimes identificáveis; 2) multidominante, quando um ou mais taxons representa 50% ou mais dos espécimes identificáveis (Rogers *et al.*, 2007).

Os estudos de localidades contendo microvertebrados se iniciaram no meio da década de 1960 nos Estados Unidos (Sankey & Baszio, 2008). Já no Brasil estudos mais sistematizados e focados em fragmentos e pequenos elementos de vertebrados receberam maior atenção no final da década de 80 e começo dos anos 90 (Bertini *et al.*, 1993). Segundo Bertini e colaboradores (1993) o primeiro esforço de coleta de vertebrados fósseis foi feito por Llewellyn Ivor Price durante nos anos de 1948 e 1973. Bertini *et al.* (1993) descreveram uma série de microfósseis pertencentes a espécimes de peixes e dinossauros provenientes da Formação Adamantina e Marília. Este trabalho inclui os primeiros registros para a Bacia Bauru e o Cretáceo do Brasil de Osteoglossiformes, Siluriformes e Perciformes.

Uma das mais importantes áreas para o estudo de microvertebrados é a formação *Judith River*, localizada no *Dinosaur Provincial Park* em Alberta, Canadá. Diversos trabalhos resultaram Os esforços de coleta de materiais fósseis nesta localidade desde o início dos anos 90. Importantes taxons foram descritos para esta localidade, além de trabalhos muito significativos de tafonomia, paleoecologia e paleobiogeografia. (Wood *et al.*, 1988; Brinkman, 1989; Brinkman, 1990; Eberth & Hamblin, 1993; Fiorillo & Currie, 1994; Eberth & Brinkman, 1997; Brinkman & Neuman, 2002; Sankey *et al.*, 2002; Brinkman *et al.*, 2004)

A formação *Judith River* demonstra o importante papel que localidades contendo microvertebrados podem ter, não só com a descrição de novos *taxa*, mas também com informações significativas em paleoecologia e paleobiogeografia. É neste contexto que o presente trabalho pretende contribuir não somente para mais registros de vertebrados fósseis na Bacia Bauru, mas também com dados que possam ser utilizados posteriormente em estudos paleoecológicos da bacia.

## 5. OBJETIVOS

Os objetivos principais deste projeto são:

1. Descrição anatômica dos elementos ósseos de microvertebrados encontrados em sedimentos da Formação Presidente Prudente, afloramento "Tartaruguito" na cidade de Pirapozinho (SP).

2. Posicionamento taxonômico dos fósseis encontrados, comparando-os com espécies e grupos já descritos para a Bacia Bauru, bem como os táxons vivos relacionados.

Objetivos secundários deste projeto:

3. Aplicação de uma metodologia adequada para o levantamento de feições tafonômicas da acumulação fossilífera de microvertebrados de Pirapozinho.

4. Organização e avaliação dos resultados da amostragem em cada uma das feições tafonômicas.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 Coleta do Material de Estudo

Os materiais estudados são provenientes do Sítio Fossilífero de Pirapozinho, chamado comumente de “Tartaruguito”, e correspondem a espécimes coletados na camada de microvertebrados encontrada nesta localidade.



Figura 4: Foto trabalho de campo - 2011

Os blocos analisados são provenientes de trabalhos de campo realizados durante os anos de 2002 e 2003 pelo laboratório de Paleontologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Uma última expedição de campo foi realizada em dezembro de 2011, com o intuito de ampliar a amostragem e registrar dados sobre o afloramento. Testemunhos foram retirados do afloramento nessa coleta de ambos os lados do corte da estrada (leste e oeste).



Figura 5: Material coletado em trabalho de campo – 2011.

Amostras foram fotografadas e retiradas para preparação em laboratório, bem como fotos do perfil das camadas.

## **6.2 Preparação dos materiais fósseis**

Foram preparados cerca de 40 blocos com aproximadamente 50 cm x 50 cm para dissociação dos espécimes da matriz rochosa, com peso médio de 1,5 quilos cada bloco, totalizando aproximadamente 60 quilos de sedimento triado.

A triagem foi feita sob uma lupa binocular estereoscópica Nikon modelo SMZ 800 devido ao tamanho microscópico de grande parte dos materiais.

A preparação foi realizada no Laboratório de Paleontologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). As técnicas de preparação aplicadas aos blocos são tanto mecânicas como químicas e seguem as metodologias propostas por Rixon (1976), Chaney (1989), May *et al.* (1994) e Rutzky *et al.* (1994).

O uso de método adequado para preparação de materiais fragmentados, como os descritos neste trabalho, é de fundamental importância, tendo em vista que preparações mecânicas são virtualmente inviáveis devido: 1) ao tamanho microscópico dos materiais; 2) uma preparação mecânica é mais suscetível de causar danos a um material já bastante fragmentado e danificado devido aos processos diagenéticos de fossilização; 3) a compactação e a alta quantidade de material associado. Portanto, a escolha do método de preparação é essencial para materiais neste estado.

Encontramos muitos trabalhos em que a preparação se baseia em métodos de triagem *screenwashing*, pois este tipo de técnica é a que possibilita menor tipo de danos nesses tipos de materiais.

O tipo de *screenwashing* é determinado pela composição da rocha onde se encontra inserido o material fóssil. Na maioria dos casos as técnicas de preparação utilizam ácido acético solubilizado em água destilada para desagregação dos exemplares da matriz rochosa. (Bertini *et al.*, 1993; Cifelli *et al.*, 1996; Azevedo *et al.*, 2007)

Os fósseis encontrados no Afloramento “Tartaruguito” ocorrem em estratos de argilitos e siltitos finos bem compactados e em camadas de coloração avermelhada que contêm considerável quantidade de óxido de ferro e carbonato de cálcio em sua composição.

Para dissociação dos espécimes da matriz rochosa, foi utilizado o Método de Waller (Blum *et al.*, 1989; May *et al.*, 1994), que corresponde ao uso de sais para dissociação do sedimento. Foi desenvolvido inicialmente para aplicação em mineralogia e posteriormente adaptado para tratamento fóssil. O método de Waller compreende a adição de três sais que são: bicarbonato de sódio, citrato de sódio e ditonito de sódio, e caracteriza-se por ser uma técnica de redução, onde óxidos e hidróxidos de ferro ( $Fe_2OH$ ) são reduzidos a um estado solúvel em água.

É feita uma solução estoque onde se inclui 71g citrato de sódio ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{O}_2\text{H}_2\text{O}$ ) e 8.5g de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) adicionados a um litro de água destilada. Esta solução pode ser guardada por período indefinido, em recipiente devidamente fechado.



Figura 6: Material após a preparação. Escala 10cm.

Para completar a preparação, adiciona-se o ditonito de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ), 20g para cada 50 ml de solução estoque. Este só é adicionado no momento da preparação dos materiais fósseis para dissolução. O ditonito de sódio é extremamente instável e sofre oxidação quando em contato com o ar. Por isso é necessário uma cobertura, que pode ser plástica, sobre a superfície da solução, para que o contato com o ar seja minimizado. Entretanto, é importante ressaltar que o compartimento de preparação não esteja completamente selado, tendo em vista que é necessário permitir a saída dos gases formados através da reação.

O método de Waller mostrou ser bastante eficaz para os sedimentos do afloramento “Tartaruguito”, dissociando a matriz rochosa e permitindo um tratamento mais eficiente de isolamento das estruturas fósseis. Por se tratar de pequenos materiais extremamente frágeis,



o tratamento químico permite que esses ossos sejam liberados do sedimento de uma forma menos agressiva, impondo baixo risco aos espécimes.

Em alguns casos, quando necessário, as técnicas mecânicas foram empregadas para retirar sedimentos que permaneceram em alguns exemplares. Neste caso, o sedimento restante foi retirado manualmente sob a lupa, com o auxílio de diversas ferramentas, entre elas ponteiros e agulhas. Em casos de eventuais quebras, a consolidação do material fóssil foi feita com cianoacrilato, designado como Paraloid B-72.

Para os registros fotográficos, foi utilizada uma lupa estereoscópica modelo Leica M80 com câmera associada Leica EC3 (0.75 a 6.0 de aumento).

## **6.3 Análise dos Materiais**

### **6.3.1 Metodologia para análise dos materiais fósseis**

Para estudo comparativo, foram utilizados materiais disponíveis na bibliografia existente. Devido ao estado dissociado e fragmentário do material, foi necessário ampliar as análises comparativas para os seguintes materiais depositados na coleção do Museu de Zoologia/MZUSP e Museu Nacional/UFRJ.

#### **Testudines**

*Bauruemys elegans* MZSP-PV 35

*Bauruemys elegans* MZSP-PV 136

#### **Crocodyliformes**

*Pepesuchus deiseae* MN 7005-V

#### **Lepisteiformes**

*Lepisosteus oculatus* MZUSP – 38211

*Lepisosteus platostomus* MZUSP – 107943

*Lepisosteus platostomus* MZUSP – 107945

*Lepisosteus osseus* MZUSP – 79636

## **Amiiformes**

*Amia calva* MZUSP-48363

*Amia calva* MZUSP-107946.

Para a análise do dente de dinossauro encontrado no afloramento, foi utilizada a metodologia de Currie *et al.* (1990), Farlow *et al.* (1991), Franco (1999), Sankey *et al.* (2002) e Elias (2006);

Os seguintes parâmetros foram analisados:

**CT** = Comprimento total - distância vertical da base à porção apical da coroa, com raiz não inclusa; equivale a TCH de CURRIE *et al.* (1990), FARLOW *et al.* (1991)

**AT** = Altura total - distância vertical da base à porção apical da coroa, incluindo a raiz, quando preservada.

**CSTB** = Comprimento da seção transversal basal - = distância medida no ponto mais basal da coroa, entre as extremidades máximas anterior e posterior; equivale a CR de CURRIE *et al.* (1990), FARLOW *et al.* (1991)

**LSTB** = Largura da seção transversal basal - distância medida no ponto mais basal da coroa, entre as extremidades máxima lingual e labial; equivale a LR de CURRIE *et al.* (1990), FARLOW *et al.* (1991)

**FSTB** = Formato da seção transversal basal da coroa = FABL de CURRIE *et al.* (1990), FARLOW *et al.* (1991) e FRANCO (1999)

Além disso, foi feita a contagem do número de dentículos por milímetro e a observação de sua morfologia.

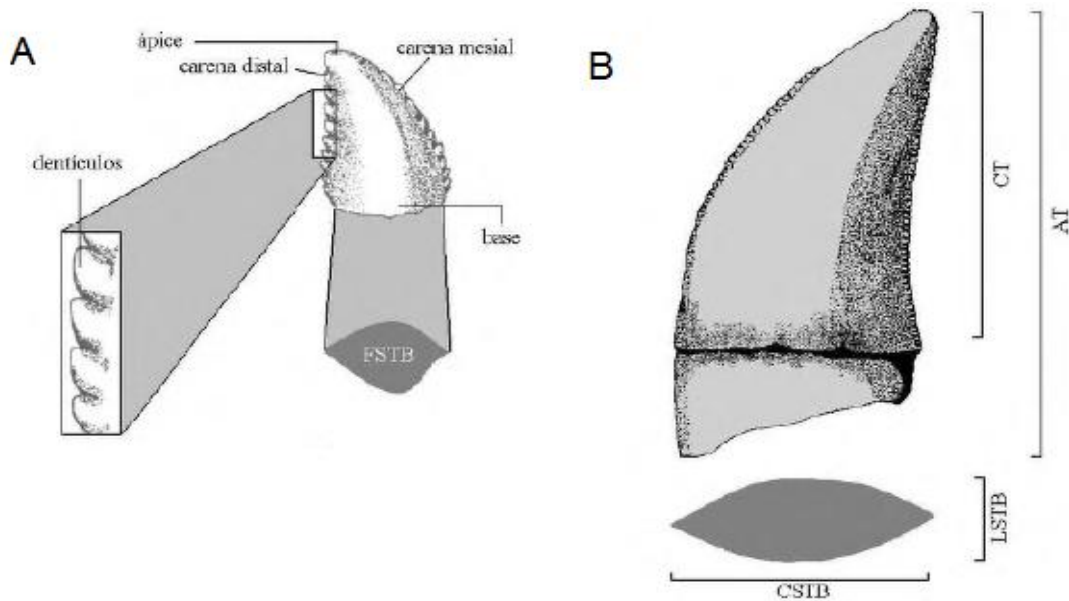


Figura 7: Parâmetros considerados nesta investigação: (a) terminologia anatômica dentária e (b) terminologia morfométrica. Modificado de CURRIE et al. (1990) e Elias (2006).

Para a nomenclatura morfológica dos Lepisosteiformes e dos Testudines, seguiram-se os trabalhos de Grande (2010) e Gaffney (1990), respectivamente.

### 6.3.2 Metodologia para os dados tafonômicos.

Para o levantamento de dados em campo, foi utilizada a tabela proposta (Anexo 1) por Holz & Barberena (1989), além de registro fotográfico do afloramento e da camada em estudo. Também foi realizada a coleta de blocos para análise em laboratório.

O trabalho de campo se concentrou no ponto 4, onde havia material de microvertebrados aflorando. Durante o período de trabalho não foi observado outro ponto que apresentasse esse tipo de material.

Para a análise tafonômica, foram levantados dados qualitativos dos materiais seguindo os protocolos e parâmetros de Behrensmeyer (1991). A análise se concentrou principalmente em características qualitativas das variáveis tafonômicas, conforme

elaborado por Shipman (1981), Behrensmeier (1991), Kidwell & Holland (1991), Rogers *et.al.* (2007) e Peterson *et. al.* (2011).

## **7. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram preparadas cerca de 40 amostras contendo microrestos de vertebrados coletados pelo Laboratório de Paleontologia do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Blocos com cerca de 50 cm foram fragmentados e colocados em preparação química para dissociação do material fóssil da matriz rochosa. Os principais grupos de vertebrados encontrados são de peixes Actinopterygii, mas materiais isolados de outros grupos apareceram em menor número (Testudines, Crocodylomorpha, Dinosauria).

## **7.1 SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA**

### **7.1.1 Escamas ganóides de Actinopterygii indeterminados**

**OSTEICHTHYES Howes, 1894**  
**ACTINOPTERYGII Cope, 1887**

Grande parte do material triado corresponde a escamas isoladas do tipo ganóide, podem ser atribuídas a peixes Lepisosteiformes, Polypteriformes e Acipenseriformes. Este tipo de escama também está presente nos paleoniscóides, que formam uma irradiação parafilética basal de Actinopterygii (Pough, 2006).

As escamas ganóides são reconhecidas por possuírem forma romboidal e pela deposição de uma acentuada camada de um tipo de esmalte espesso, a ganoína. Existem dois tipos principais de escamas ganóides: 1) a paleoniscóide, com superfície espessada pela dentina cosmóide que é retida sob a ganoína e a base da escama é de osso lamelar perfurado por canais vasculares. 2) a lepisosteóide, na qual a cosmina é eliminada, permanecendo apenas a ganoína, a base óssea é acelular, com canais presentes, mas não vasculares (Hildebrand & Goslow, 2006).

As escamas encontradas no material triado (LOTE – MZSP-PV 1124) correspondem à descrição comum para escamas do tipo ganóide, com forma romboidal, alta deposição de ganoína e tecido ósseo na sua base de contato.

A maior parte das estruturas encontradas corresponde a escama ganóides (Figuras 8 e 9), com cerca de 1196 escamas identificadas como tal. Estas variam no seu estado de conservação, sendo completas ou fragmentadas, e no tamanho, alcançando 2 a 7 mm. Entretanto, pouco pode se concluir através do tamanho encontrado nas amostras já que o tamanho da escama pode variar de acordo com a localização no corpo, formato e quantidade de ganoína depositada (Grande, 2010).

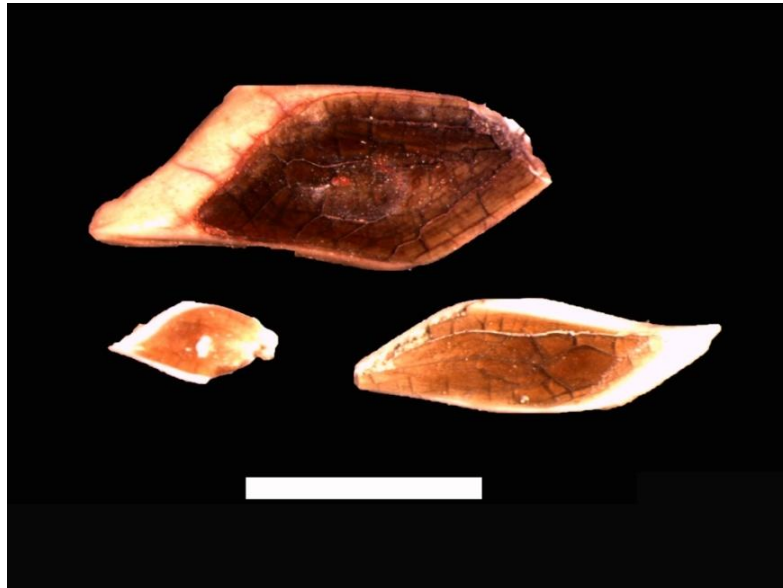


Figura 8: Escamas ganóides. Escala 5mm.

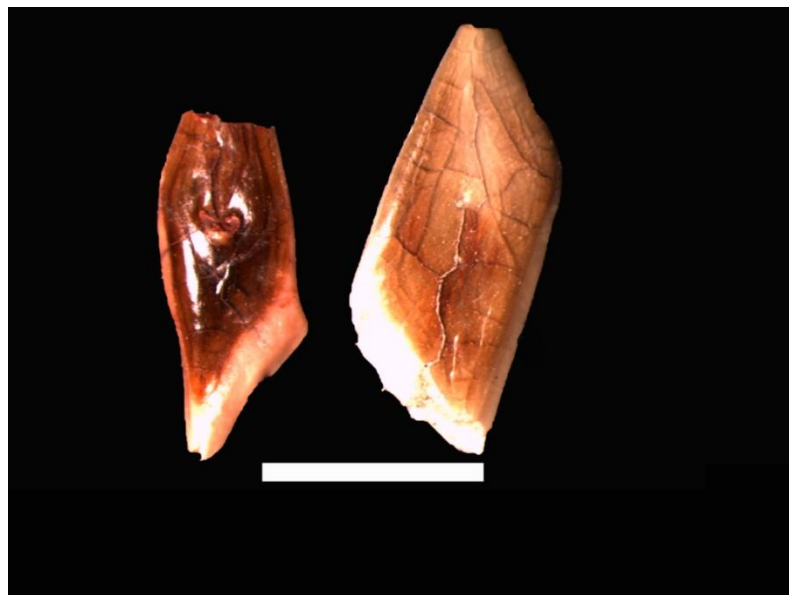


Figura 9: Escamas ganóides. Escala 5mm.

Registros de escamas, vértebras, dentes e outros fragmentados associados de Lepisosteiformes já são conhecidos para a Bacia Bauru (Mezzalira, 1959; 1966; Santos, 1984; Gayet & Brito, 1989; Bertini *et. al.*, 1993). Grande (2010) descreve algumas projeções nas escamas de *Lepisosteus osseus*, na região pré-dorsal do flanco. Estas projeções são responsáveis pelo posicionamento dessas escamas no corpo do indivíduo, proporcionando rigidez e auxiliando no encaixe com a escama adjacente. A projeção

responsável pela rigidez corresponde ao processo anterodorsal da escama, enquanto que a segunda dorsal forma a articulação “*peg and socket*”. Esta é responsável pelo “encaixe” (“*socket*”) ou sulco na parte inferior da escama na qual se articula.

Algumas escamas encontradas durante a triagem possuem os tipos de projeções descritas acima, porém muitas estão fragmentadas nas extremidades, impossibilitando a visualização. A grande maioria possui apenas a forma romboidal característica sem indícios de projeções.

Apenas *Obaichthys decoratus* e *O. africanus* têm uma morfologia única dentro dos lepisosteiformes, distinta de todos os demais integrantes deste clado (Grande, 2010). Ambos possuem ornamentações bastante características e *O. decoratus* apresenta uma característica plesiomórfica em relação aos outros lepisosteiformes, por possuir uma camada de dentina entre a ganóina e a base de osso das escamas (Wenz & Brito, 1992; Grande, 2010)

Devido ao caráter fragmentário do material e à ausência de associação evidente com outras estruturas ósseas mais diagnosticáveis, não foi possível posicionar taxonomicamente as escamas em níveis menos inclusivos na classificação dos actinoptérios.



## **7.2 Dentes de Actinopterygii**

Os dentes foram separados por morfotipos, orientando de forma mais adequada sua identificação taxonômica.

### **7.2.1 MORFOTIPO 1**

**Subclasse ACTINOPTERYGII Cope, 1887**

**Super Divisão HOLOSTEI Muller, 1844**

**Divisão GINGLYMODI Cope, 1872**

**Ordem LEPISOSTEIFORMES Hay, 1929**

**Família LEPISOSTEIDAE Cuvier, 1825**

Os dentes (figura 10) identificados neste trabalho como morfotipo 1 (LOTE - MZSP-PV 1125) são levemente recurvados, com formato cônico e parte basal mais robusta, apresentam estrias longitudinais desde a sua base até cerca da metade do seu comprimento. Os exemplares apresentam graus de desgaste variados, além disso, estão com suas bases quebradas, assim como o ápice do dente em alguns casos. Apresentam uma cobertura translúcida no ápice do dente, de cor marrom amarelada, a qual na literatura foi associada com as descrições sinalizadas uma capa de enamelóide translúcido.

Todos os dentes estão quebrados na sua base, permanecendo preservadas suas coroas que variam entre 4 mm a 2 mm.



Figuras 10: Exemplares de dentes morfotipo 1. Escala 3mm

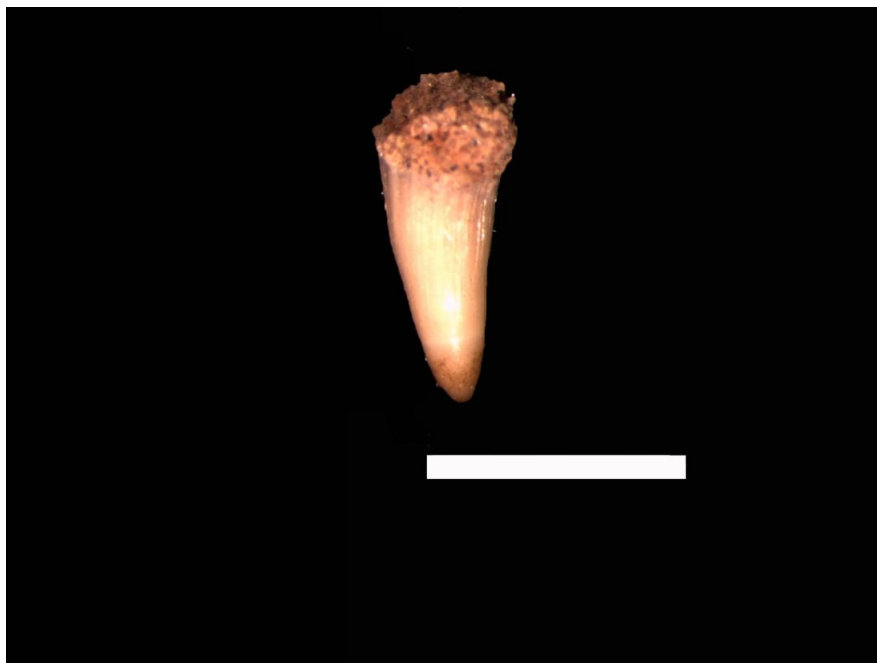


Figura 11: Dente Lepisosteiforme. Escala 3mm.

## Discussão

Registros de fragmentos de Lepisosteiformes na Bacia Bauru são relativamente comuns, desde as primeiras pesquisas paleontológicas na área, são reportadas escamas ganóides atribuídas a lepisosteídeos. Pesquisas mais recentes classificaram dentes semelhantes aos descritos neste trabalho como pertencentes a esse grupo (Gayet & Brito, 1989; Bertini *et al.*, 1993, Azevedo *et al.*, 2007). Além destas descrições, uma espécie de Lepisosteidae, *Lepisosteus cominato*, foi também descrita para a Bacia Bauru (Santos, 1984). Este exemplar consiste em dois fragmentos do corpo que contêm a nadadeira pélvica e parte do pedúnculo caudal, além de escamas isoladas (Santos, 1984).

Nos exemplares de *Lepisosteus* (MZUSP-38211 e MZUSP-79636) atuais observados sob lupa estereoscópica, fica evidente a presença de uma capa translúcida na parte mais apical do dente. Porém, nos exemplares atuais, essa estrutura é completamente translúcida, sem cor aparente. Apenas em alguns dentes, o ápice apresenta uma coloração mais amarronzada. Além disso, nos exemplares estudados, as estriações variam entre bem e pouco destacadas. Esta variação também foi observada nos exemplares atuais observados.

A plicidentina (figura 54) parece ser um caráter derivado dentro dos Lepisosteidae (Wiley, 1976). Outros representantes do clado não apresentam este caráter, como os Obaichthyidae que possuem alguns representantes provenientes da Bacia do Araripe (Wenz & Brito, 1992). A acrodina, um enamelóide de cor translúcida amarelada, representa outra característica que alguns autores também descrevem para dentes de lepisosteiformes, sendo sempre associada à estriação externa na base do dente (Gottfried & Krause, 1998; Azevedo *et al.*, 2007).

Os Lepisosteiformes incluem os Lepisosteidae, com os representantes atuais dos gêneros *Lepisosteus* e *Atractosteus* e grupos fósseis. Os Obaichthyidae, incluem apenas grupos fósseis, dentre eles *Obaichthys* e *Dentilepisosteus* (Grande, 2010).

O morfotipo 1 descrito aqui apresenta características semelhantes às descritas para o clado dos Lepisosteiformes, no qual a presença de plicidentina é uma característica diagnóstica para o grupo (Wiley, 1976; Grande, 2010). A plicidentina é um tipo de dentina que se apresenta neste grupo como uma dobra interna radial presente na parte inferior do dente. Externamente, essa estrutura aparece como estrias longitudinais, enquanto que em

seção transversal essas mesmas dobras aparecem ao lado da cavidade pulpar (Grande, 2010).

Devido à presença da plicidentina, incluímos os dentes aqui descritos dentro do clado Lepisosteidae indeterminado, porém classificações mais detalhadas seriam apenas especulações tendo em vista o caráter generalista do material, que não possibilita maiores inferências.

## 7.2.2 MORFOTIPO 2

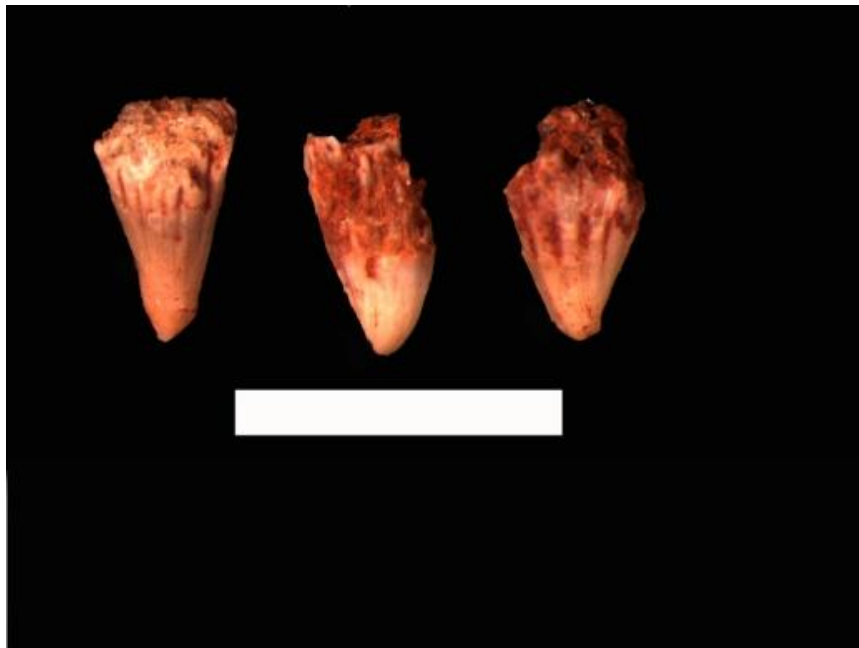
**Subclasse ACTINOPTERYGII Cope, 1887**

**Super Divisão HOLOSTEI Muller, 1844**

**Divisão GINGLYMODI Cope, 1872**

**Ordem LEPISOSTEIFORMES Hay, 1929**

Outros dentes (LOTE- MZSP-PV 1126) encontrados possuem morfologia (figura 12) um pouco diferente, mas ainda podem ser associados às descrições de Lepisosteiformes (Gottfried & Krause, 1998). Em geral, são menores, com média de 2mm de comprimento, porém, mais largos/arredondados na base e não apresentam a capa de esmalte translúcido amarelado no ápice do dente. Entretanto, apresentam um padrão de estriação na sua base, semelhante à estrutura de lepisosteídeos, a plicidentina. Muitos exemplares apresentam quebra ou desgaste no ápice do dente o que poderia indicar a perda da capa translúcida de enamelóide.



Figuras 12 : Exemplares de dentes morfotipo 2. Escala 3mm.

## Discussão

Nos exemplares atuais de *Lepisosteus* (MZUSP-38211 e MZUSP-79636) ocorre uma grande variação do tamanho da dentição ao longo de toda a maxila e dentário. Em geral, dentes menores estão presentes na parte mais labial e lingual das mandíbulas e também por toda a parte mais lingual do dentário e maxila. A variação de tamanho, portanto, é comum na dentição desta espécie, o que corroboraria a variação apresentada entre os morfótipos 1 e 2.

Classificações menos inclusivas se tornam difíceis devido ao estado generalista do material. Diversos gêneros de Lepisosteiformes apresentam plicidentina em sua base, com exceção de *Obaichtys* descrito para a Bacia do Araripe (Wenz & Brito, 1992; Grande, 2010). Por isso, assim como no morfotipo 1, classificamos o morfotipo 2 como pertencente a um Lepisosteidae indeterminado (Grande, 2010).

### 7.2.3 MORFOTIPO 3

**Subclasse ACTINOPTERYGII Cope, 1887**

**Divisão HALECOSTOMI Regan, 1923**

**Ordem AMIIFORMES Hay, 1929**

**Superfamília AMIOIDEA Bonaparte, 1838**

**Família AMIIDAE Bonaparte, 1838**

**Subfamília VIDALAMIINAE Grande & Bemis, 1998**

Os dentes (figura 13) identificados como Morfotipo 3 (MZSP-PV 1127, MZSP-PV 1128, MZSP-PV 1129, MZSP-PV 1130) apresentam características distintas dos outros dois morfotipos. Estes possuem um formato retangular, ligeiramente comprimido labiolingualmente e com ápice pontiagudo e base semicircular. Apresentam uma densa camada de enamelóide translúcido por toda a coroa do dente.



Figuras 13: Dentes morfotipos 3. Escala 3mm

Nas faces laterais direita e esquerda o esmalte enamelóide forma bordas achatadas que se estendem desde a base até o ápice do dente (Azevedo *et al*, 2007), constituindo como que duas “carenas” (figura 14) não serrilhadas ao longo de toda a extensão do dente.

Não há estrias aparentes presente nesses exemplares. Esta borda achatada possivelmente proporciona uma estrutura cortante para o dente, associado a hábito de peixes piscívoros e predadores. (Buscalioni *et al.*, 2008)

Em todos os exemplares apenas está preservado a coroa do dente, apresentando suas bases de fixação quebradas.

## **Discussão.**

Os amiiformes atuais apresentam apenas um representante *Amia calva* restrito a América do Norte, porém sua distribuição parece ter sido muito mais ampla desde o Cretáceo com espécies vivendo tanto em ambientes marinhos, costeiros e de água doce. Segundo Martinelli *et al.* (2012), os primeiros registros de Amiiformes no Cretáceo Inferior correspondem a localidades de águas marinhas costeiras. No Cretáceo Superior, os fósseis deste grupo são encontrados em ambientes nitidamente continentais, o que poderia significar uma migração e mudança de ambiente. Porém, estudos mais detalhados são necessários para confirmar esta hipótese (Bogan *et al.*, 2010; Martinelli *et al.*, 2012).

A condição descrita para o morfotipo 3 corresponde a uma sinapomorfia de Vidalamiinae (Amiiformes), que inclui dois grupos Calamopleurini e Vidalamiini (Grande & Bemis, 1998). Dentro dos Vidalamiini, encontra-se um gênero descrito para o Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe *Calamopleurus*, com a espécie *Calamopleurus cylindricus* e *Calamopleurus mawsoni* do Grupo Ilhas no estado da Bahia também do Cretáceo Inferior. Outra espécie do mesmo gênero, *Calamopleurus africanus* foi descrita para o Cretáceo Superior da Formação Kem Kem no Marrocos. Mais recentemente, Brito *et al.* (2008) descreveram outro taxon de Vidalamiini, *Cratoamia gondwanica*, um gênero monoespecífico da Formação Crato no Brasil.

A camada de enamelóide é presente também em descrições de peixes do clado Caturioidea, do gênero *Caturus*, definido como dentes em formato *arrow-like*. São encontrados tanto em ambientes marinhos quanto continentais (Grande & Bemis, 1998; Kriwet, 2003; Poyato-Ariza, 2004; Buscalioni *et al.*, 2008). Porém, a maioria das descrições se refere a sítios fossilíferos jurássicos.



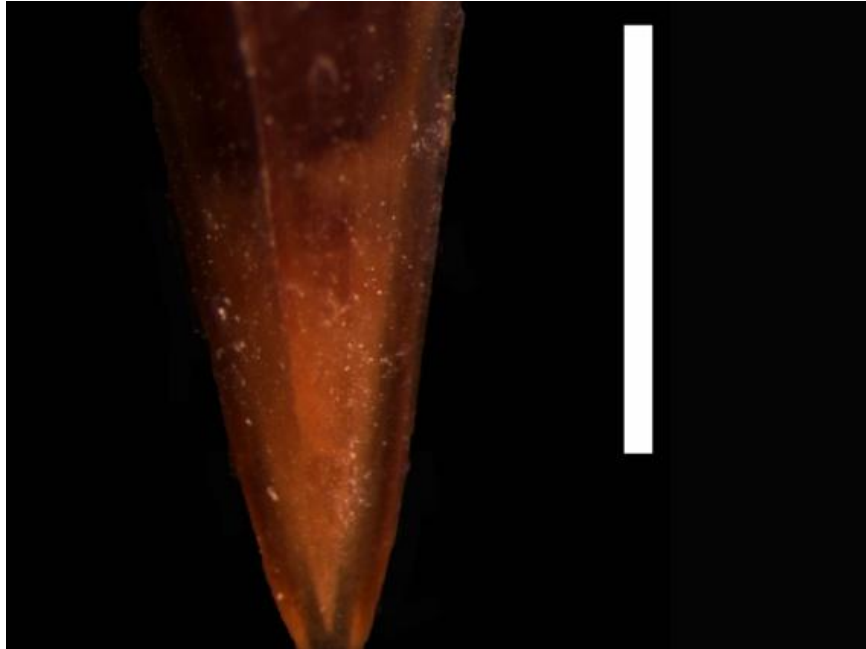


Figura 14: Detalhe da “carena”. Escala 3mm

Outro grupo também apresenta a mesma morfologia dentária, os Ionoscopiformes. Entretanto, os registros encontrados são para animais marinhos e não continentais.

Kriwet (2003) salienta que a morfologia dentária é importante para diferenciar Ionoscopiformes e *Caturus*. Ambos possuem a morfologia dentária *arrow-like*. Porém, em peixes do gênero *Caturus*, essa característica é muito mais acentuada.

Recentemente no Brasil (Martinelli, *et al.*; 2012), foram descritos dentes semelhantes associados a fragmentos de crânios pertencentes à subfamília Vidalamiinae para o Cretáceo Superior a Formação Marília, Membro Serra da Galga, próximo à cidade de Uberaba (MG).

Porto outro lado, dentes semelhantes foram também associados ao clado dos Characiformes (Azevedo *et al.*, 2007; Buscalioni *et al.*, 2008). Entretanto, devido às características apresentadas, a associação com o grupo dos amiiformes parece mais parcimoniosa, tendo em vista as várias descrições de morfologia dentária semelhantes aos espécimes estudados e classificadas dentro deste clado. Além disso, Grande & Bemis (1998) sustentam que a camada de enamelóide com a presença de bordas achatadas está

presente em todos os Vidalamiinae. Por isso, mantemos estes exemplares como Vidalamiinae indeterminados.

### **7.3 Vértex de Actinopterygii**

**Subclasse ACTINOPTERYGII Cope, 1887**

**Super Divisão HOLOSTEI Muller, 1844**

**Divisão GINGLYMODI Cope, 1872**

**Ordem LEPISOSTEIFORMES Hay, 1929**

Centros vertebrais de Actinopterygii geralmente apresentam um elemento central, um arco neural com espinhos e na cauda um arco hemático com espinhos, porém há algumas variações dentro de determinados grupos (Hildebrand & Goslow, 2006).

Foram dissociados da matriz rochosa apresentaram uma condição distinta entre os integrantes dos Actinopterygii: centros vertebrais apresentando de 8 a 3 mm de largura de padrão opistocélico, com superfície convexa na superfície anterior e côncava na superfície posterior.

#### ***Centro vertebral 1***

O centro vertebral 1 MZSP-PV 1131 (figuras 17 e 18) tem cerca de 8mm de largura apresenta padrão opistocélico com superfície convexa na parte anterior e côncava na parte posterior (figuras 15 e 16). Trata-se de uma vértebra robusta e mais larga do que longa.

Nenhuma de suas estruturas, além de centro vertebral permaneceu preservada, mas nas faces laterais é possível observar o início dos processos da parapófise (Figura 47 - PP), que correspondem quando preservadas, principalmente em espécimes atuais, a um prolongamento com formato retangular que se articulam com as costelas (espinhos). As parapófises estão localizadas na face lateral, com o processo iniciando-se anterolateralmente estendendo-se até cerca metade do corpo vertebral.

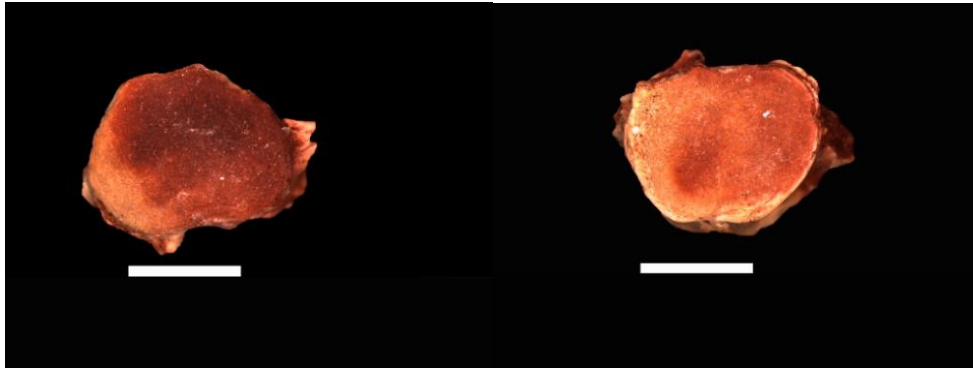


Figura 15 e 16: Vista anterior e posterior do centro vertebral 1. Escala 5mm

Em vista ventral (figura 17), três fossas estão presentes, uma central e duas laterais. Essa abertura central é alongada e comprimida lateralmente, assim como as duas laterais, porém estas apresentam um afilamento nas extremidades, que se estendem por quase toda a extensão do corpo vertebral.

Na parte dorsal (figura 18) da vértebra os arcos neurais não foram preservados, restando apenas a superfície associada ao canal neural presente na vértebra. Nesta posição a vértebra encontra-se bastante deformada.

Em descrições de exemplares atuais (*Lepisosteus osseus*) os arcos neurais representam dois processos que projetam-se dorsalmente na vértebra, formando o canal neural entre eles, além disso são fusionados ao corpo vertebral. Acima do canal neural, forma-se o canal para o ligamento supradorsal, onde as duas projeções do arco neural articulam-se ao osso supraneural.

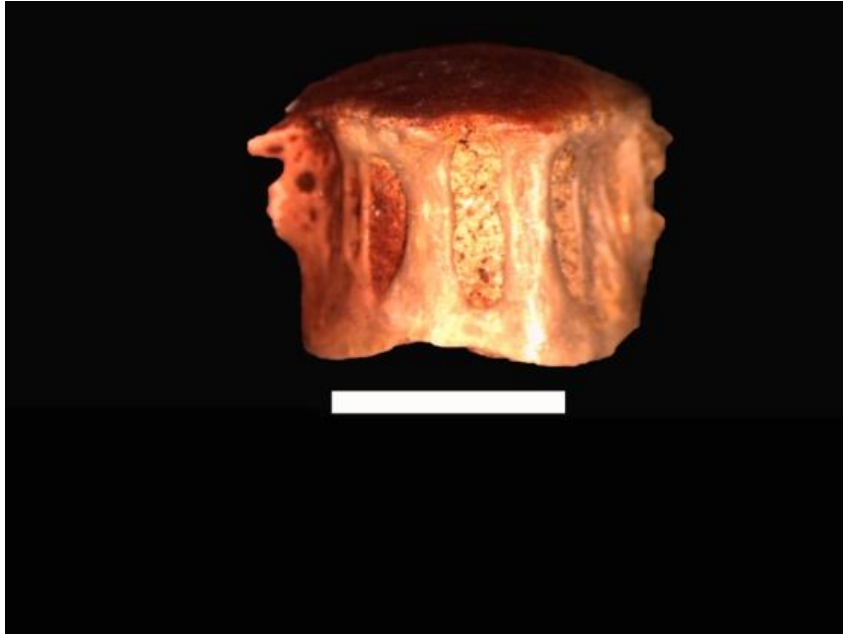


Figura 17: Centro vertebral 1. Vértex em vista ventral. Escala 5mm

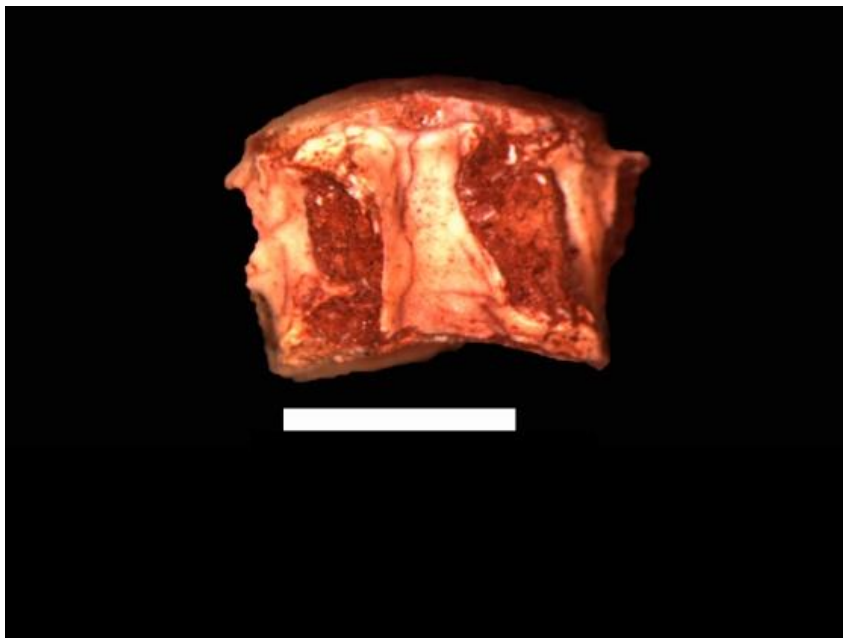


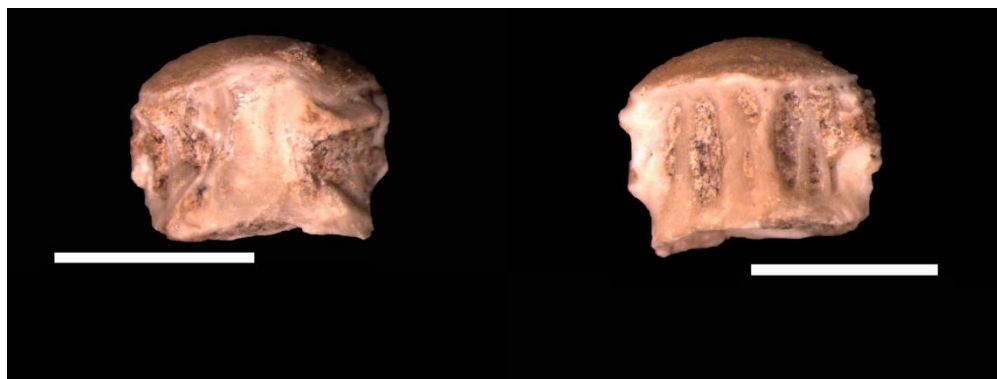
Figura 18: Centro vertebral 1. Vértex em vista dorsal. Escala 5mm

### *Centro vertebral 2*

O centro vertebral 2 MZSP-PV 1132 (figura 19 e 20) apresenta morfologia semelhante ao 1, condição opistocélica, nas faces laterais as parapófises (figura 48) não permaneceram preservadas somente o início do processo parapofisial pode ser observado.

Este estende-se por cerca de dois terços da lateral da vértebra porém iniciando-se na parte mais anterolateral estendendo-se até pouco mais da metade do centro vertebral.

A face ventral (figura 20) apresenta certa variação. Duas fossas maiores delgadas se estendem por quase todo o corpo vertebral anteroposteriormente, as duas ao lado de uma projeção central da vértebra. Dois forâmens menores estão localizados na parte mais externa da face ventral do corpo vertebral.



Figuras 19 (dorsal) e 20 (ventral): Centro vertebral 2. Vértebras isoladas. Escala 3mm

Na vista dorsal (figura 19), a vértebra possui grande deformação, provavelmente devido ao processo diagenético de fossilização. Também não foram preservados os seus arcos neurais, permanecendo somente o centro vertebral. Apresenta um achatamento anterodorsalmente, na região onde os processos dos arcos neurais se iniciam, além de uma deformação na parte dorsolateral esquerda em vista dorsal.

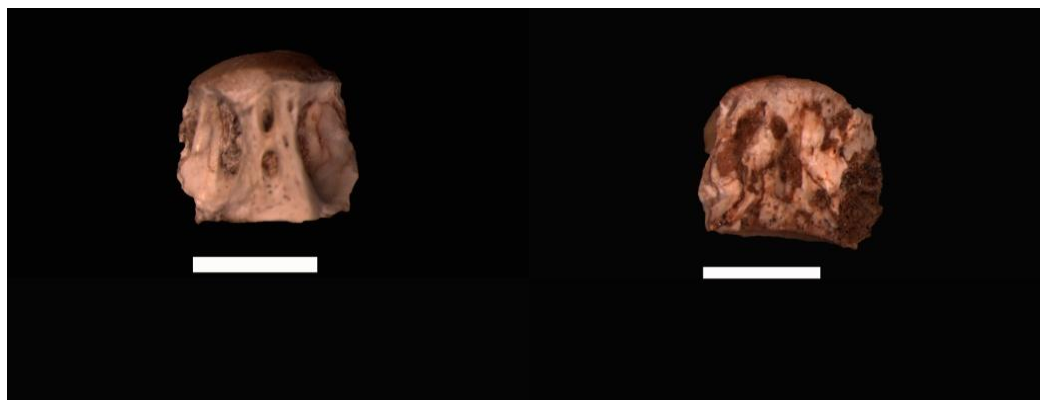
O canal neural localiza-se na parte central da face dorsal do centro vertebral e encontra-se somente preservado a parte referente à superfície dorsal integrada ao centro.

### ***Centro vertebral 3 e 4***

O centro vértebra 3 (MZSP-PV 1133) e 4 (MZSP-PV 1134) apresentam morfologia e preservação semelhantes (figuras 21 e 22). Em ambos a face ventral apresenta-se relativamente bem preservada, porém a face dorsal está totalmente distorcida e sem estruturas preservadas.

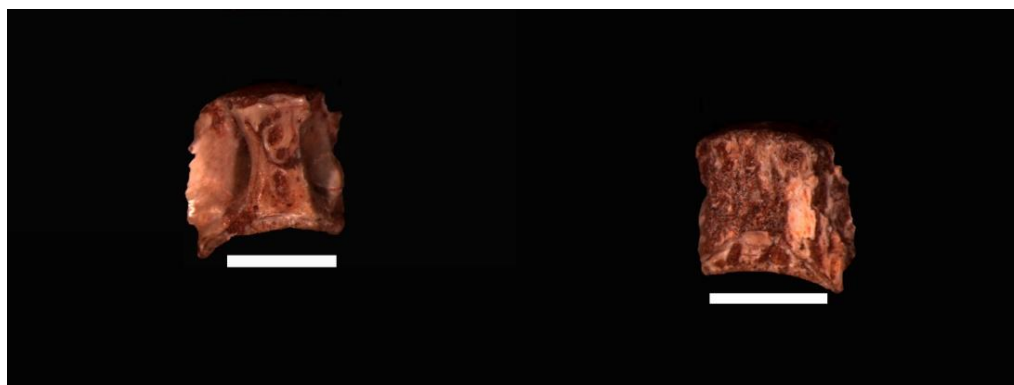
Ambas apresentam a mesma condição opistocélica, com 6 mm de largura, trata-se de um corpo vertebral mais robusto. Nenhuma de suas parapófises nas faces laterais permaneceram preservadas.

Nas faces lateroventrais (figura 50) duas fossas estão presentes que se aprofundam em direção ao centro do corpo ventral, além de dois forâmens no centro da face ventral do corpo vertebral.



Figuras 21 (ventral) e 22 (dorsal): Centro vertebral 3. Escala 5mm.

A vértebra 4 apresenta além da perda de informações na face dorsal, uma pequena distorção na porção posterior do corpo vertebral.



Figuras 23 (ventral) e 24 (dorsal): Centro vertebral 4. Escala 5 mm.

### *Centro vertebral 5 e 6*

A vértebra 5 e 6 (Figura 25 e 27), são semelhantes em suas estruturas, ambas são representadas apenas pelo corpo vertebral. São mais alongadas do que largas, portanto mais delgadas do que as anteriores. Igualmente as outras, apresentam condição opistocélica, com superfície convexa na superfície anterior e côncava na superfície posterior.

A vértebra 5 (MZSP-PV 1135) apresenta a face ventral quebrada (figuras 25 e 26), com poucas estruturas preservadas. Na face dorsal preservou-se apenas o início dos processos do arco neural e a superfície do canal neural. Essa superfície apresenta uma constrição na parte mediana tornando o canal neural mais estreito neste local, enquanto que nas extremidades anterior e posterior os arcos neurais se abrem formando um canal neural mais alargado.

Essa mesma constrição é responsável também pelo desenvolvimento de uma fossa profunda nas laterais da vértebra, melhor visualizada laterodorsalmente (figuras 27 e 28).

Devido ao estado deste exemplar a definição das parapófises está dificultada, pois nos outros exemplares o início do processo mantevesse preservado, o que tornou possível a visualização de sua localização, porém neste a quebra foi anterior, portanto tornando impossível alguma especulação.

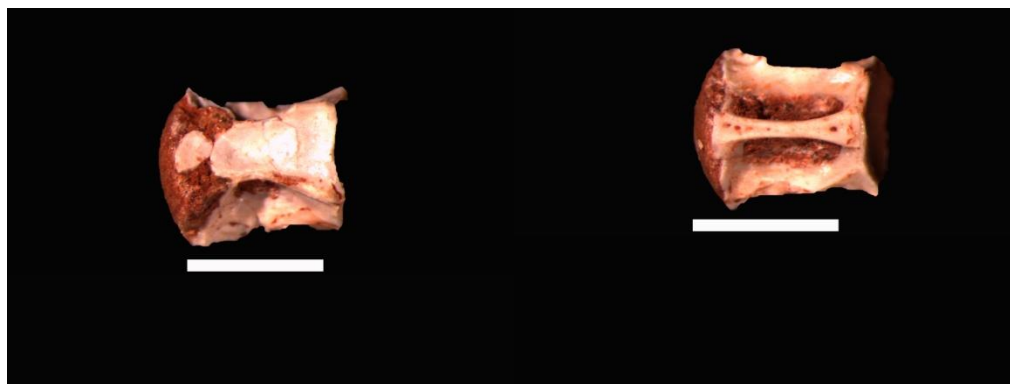


Figuras 25 (dorsal) e 26 (ventral) : Centro vertebral 5. Escala 3 mm

A vértebra 6 (MZSP-PV 1136), apresenta melhor preservação em ambas as faces ventral e dorsal (figura 27 e 28).

As faces laterais, igualmente à vértebra 5, apresentam uma quebra considerável que torna a visualização de seus processos parapofisiais difíceis, principalmente a determinação de uma provável localização e largura.

Quatro fossas visíveis são formadas, duas em posição laterodorsal, e duas ventrais, localizadas mais centralmente e separadas por uma fina parede formada no meio das duas fossas.



Figuras 27 (dorsal) e 28 (ventral) : Centro vertebral 6. Escala 3 mm

Em vista dorsal o início dos processos dos arcos neurais podem ser observados, ambos começam tanto na extremidade posterior, quanto na anterior, mas mais separadas, quase no limite da largura da vértebra e se estreitam próximo ao centro, porém com menos intensidade do que na vértebra 5, formando um canal neural mais aberto.

A parte mais anterior do corpo vertebral, em face dorsal, sofreu quebra de material na superfície do osso, perdendo parte do canal neural.

## **Discussão**

Segundo Grande (2010), uma grande vantagem taxonômica da presença dessa especialização de vértebras opistocélicas dentro dos Actinopterygii é a possibilidade de diagnosticar exemplares fósseis fragmentados como pertencentes ao grupo dos lepisosteídeos.

As vértebras de peixes lepisosteídeos, apresentam morfologia diversa para determinadas partes de sua coluna vertebral. Divisões são comuns, com intuito de



apresentar seqüências vertebrais específicas, separando, por exemplo, as vértebras abdominais das caudais. Porém, poucas são as descrições detalhadas de vértebras isoladas.

Na maioria dos casos, vértebras isoladas acabam por preservar apenas o corpo vertebral, assim como nestes exemplares, e as descrições ficam limitadas à descrição da condição opistocélica como caráter diagnóstico de lepisosteiformes (Gayet & Brito, 1989; Bertini *et. al.*, 1993; Gottfried & Krause, 1998; Gayet *et. al.*, 2000; Gayet *et. al.*, 2001; Martinelli & Forasiepi, 2004; Kear *et. al.*, 2009).

Em todos os lepisosteiformes as parapófises são fusionadas com o corpo vertebral enquanto que as costelas (espinhos) articulam-se com a parte mais distal das parapófises nas vértebras abdominais. Já nos teleósteos, estas se articulam atrás das parapófises, exceto nos amiiformes que seguem o mesmo padrão dos lepisosteídeos (Grande, 2010).

As parapófises, em sua maioria, são robustas e apresentam-se direcionadas lateralmente nas primeiras vértebras abdominais, se tornando mais voltadas para a face ventral nas vértebras mais posteriores da coluna abdominal.

Devido ao estado fragmentário dos espécimes estudados, um posicionamento preciso das vértebras torna-se difícil, porém comparando com as descrições detalhadas da série vertebral dos lepisosteiformes atuais (Grande, 2010), todas as vértebras aparentam pertencer à parte abdominal.

As vértebras 1 e 2 são mais robustas, como as descritas em *Lepisosteus osseus* na parte mais anterior da coluna vertebral abdominal. Essas vértebras são em geral, mais largas do que longas e suas parapófises estão mais direcionadas lateralmente e localizadas mais anteriormente. O mesmo padrão ocorre para as descrições de *Atractosteus spatula*. Vértebras semelhantes a estas, principalmente em relação ao centro vertebral 1, foram descritas e figuradas por Bertini *et al.* (1993) que as considerou pertencentes a *Lepisosteus cominatoï*.

As vértebras 3 e 4 apresentam um afilamento na parte central, o que ocasiona a formação de duas fossas na face ventral. A face dorsal não está preservada, por isso qualquer identificação torna-se impossível. Vértebras mais centrais e posteriores da série abdominal apresentam o mesmo afilamento, formando-se fossas profundas na face ventral, padrão que ocorre em *Lepisosteus osseus* e *Atractosteus spatula*.

As vértebras 5 e 6 são provavelmente provenientes do final da série vertebral abdominal. A parte mais central que se forma é mais delgada ao menos no centro 6, porém os dois centros vertebrais são mais longos do que largos, e apresentam fossas ventrais bastante pronunciadas. Grande (2010) salienta que as parapófises sofrem uma ventralização conforme mais próximo do final da coluna abdominal. Porém, nesses exemplares os processos parapofisiais não se preservaram adequadamente para uma análise mais apurada.

Os *Atractosteus* atuais possuem vértebras mais robustas, assim como as parapófises que são mais largas. Wiley (1976) inclui dentro dos *Atractosteus* a espécie africana *Paralepidosteus africanus* (Arambourg & Joleaud, 1943) e como diagnóstico destacou possuir, dentre outras características, vértebras mais largas que os outros *Atractosteus*, posicionando como *Atractosteus africanus*, porém Grande (2010) salienta que estas vértebras não são maiores do que *Atractosteus spatula* e por ser um material extremamente fragmentado não o classificaria além de Lepisosteiforme, apenas incluindo-o dentro do grupo por possuir vértebras opistocélicas.

*Obaichthys* (Wenz & Brito, 1992) possui igualmente parapófises peculiares, em formato de “asas”, mais expandidas com um osso laminar.

Nestes exemplares, características importantes como as parapófises, arco neural, costelas e espinhos neurais, não se preservaram. Essas estruturas poderiam auxiliar em um diagnóstico mais preciso. Entretanto, são vértebras notadamente de actinopterygii, porém opistocélicas, o que proporciona ao menos uma identificação para o clado dos Lepisosteiformes indeterminado.

## 7.4 DENTE DE DINOSAURIA

**DINOSAURIA** Owen, 1842  
**SAURISCHIA** Seeley, 1887  
**THEROPODA** Marsh, 1881  
**COELUROSAURIA** von Huene, 1914;  
**MANIRAPTORA** Gauthier, 1986;  
**DROMAEOSAURIDAE** Matthew and Brown, 1922

Dentre os materiais triados do sitio Pirapozinho, um dente (MZSP–PV 808) foi encontrado e está sendo atribuído aqui ao clado Dinosauria. Este dente apresenta uma condição zifodonte, por apresentar compressão lábio-lingual da coroa e carenas mesial e distal serrilhadas (figuras 29 e 30), permitindo assim identificá-lo como pertencente ao clado Theropoda de dinossauros (Edmund, 1969; Romer & Parsons, 1985).



Figuras 29: Vista lingual. Escala 5mm



Figuras 30: Vista labial. Escala 5mm

Foram utilizados os principais parâmetros que constam na literatura para diagnosticar este material, como o formato da base da coroa, o grau de compressão lábio-lingual, a presença de carenas, o grau de curvatura méso-distal e lábio-lingual, a largura e o comprimento da seção transversal da coroa, o número de dentículos por milímetro e o comprimento total da coroa (Farlow *et al.*, 1991; Fiorillo & Currie, 1994; Sankey *et al.*, 2002; Currie *et al.*, 1990; Smith & Dodson, 2003).

O exemplar MZSP-PV 808 apresenta uma coroa quase totalmente preservada, estando ausente sua base de fixação (raiz), carenas mesial e distal, o formato da coroa é alongado, porém curto, com acentuada curvatura no bordo mesial e o bordo distal é quase retilíneo (formando uma angulação próxima a 90°), com moderada compressão lábio-lingual. A face labial apresenta superfície mais convexa em relação à face lingual.

LSTB/LR	CSTB/CR	CT/TCH
3,71	5,95	11,4

Tabela 1 : Dados médios morfométricos em milímetros extraídos do exemplar MZSP-PV 808.

A região apical da coroa não está preservada, apresentando grande desgaste com perda do esmalte. O formato da base da coroa em corte transversal apresenta uma morfologia elíptica com cerca de 6,2 milímetros.

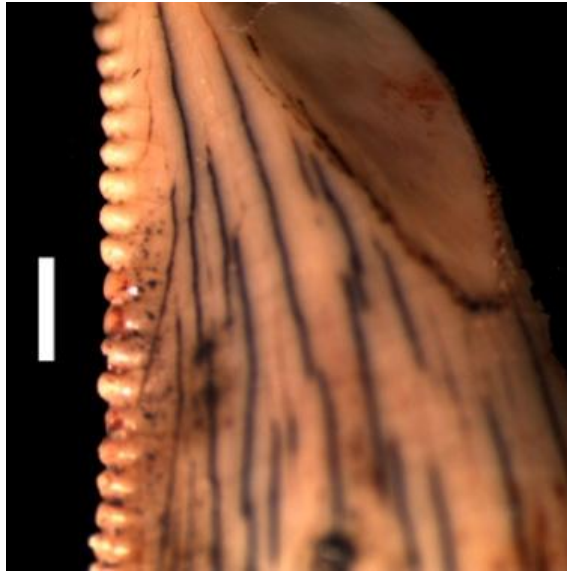


Figura 31: Detalhe dos dentículos da carena distal. Escala 1mm.

Os dentículos da carena mesial estão bastante desgastados, além de estarem também quebrados, dificultando grandemente a observação do seu formato, bem como o espaçamento entre eles.

Os dentículos da carena distal (figura 31) estão menos desgastados, com formato de cunha ou *chisel-like*, estando distribuídos em cerca de 3 dentículos por milímetro, medida tirada da parte mediana da serrilha. Os espaçamentos entre os dentículos podem ser considerados significativos e os sulcos interdenticulares (*blood grooves*) são profundos, estando limitados à base dos dentículos.

## Discussão.

Este exemplar corresponde a um dente pequeno, possivelmente de um terópode de tamanho relativamente pequeno.

O formato e a quantidade dos dentículos por milímetro são semelhantes aos apresentados por dentes associados ao clado Dromaeosauridae. Além da leve compressão lábio-lingual, os Dromeossauros são caracterizados por possuir dentes menores no pré-maxilar e maiores na maxila e dentários (Currie *et al.*, 1990; Franco, 1999).

A principal característica empregada na literatura para identificar dentes de Dromeosaurídeos é o formato dos dentículos, além da contagem de dentículos por milímetro. Neste sentido, estas e as demais variáveis analisadas em MZSP-PV 808 se enquadram nos padrões apresentados em estudos detalhados de dentes de Dromaeosauridae, principalmente baseados em exemplares de *Dromaeosaurus albertensis* e dentes isolados (Currie *et al.*, 1990; Franco, 1999; Sankey *et al.*, 2002). Estas características, comparadas com os dados existentes na literatura, permitiram identificar MZSP-PV 808 como sendo um dente pertencente ao clado Dromaeosauridae (Currie *et al.*, 1990; Franco, 1999; Sankey *et al.*, 2002).

Apesar do intenso desgaste que a carena distal apresenta no espécime analisado, é possível observar ao menos a sua presença desde o ápice do dente até sua base, mas sem diagnóstico preciso de seu formato, espaçamento e tamanho dos dentículos. (Sankey *et al.*, 2002)

Trabalhos anteriores que utilizaram a mesma metodologia destacaram como fator importante de diagnose a quantidade de dentículos por milímetro. Dentes da família dos dromeossauros foram diagnosticados com uma constante de 3 a 5 dentículos/mm, o que está dentro do número apresentado por este espécime (Franco, 1999)

Dromeossauros são conhecidos no Cretáceo Superior, principalmente da América do Norte e Ásia, o primeiro registro Gondwânico foi feito por Rauhut & Werner (1995) para a formação Wadi Milk no Sudão. No Brasil, a família já é conhecida na Bacia Bauru através de dentes isolados (Franco, 1999).

## **7.5 DENTES DE CROCODYLOMORPHA**

Dois dentes encontrados nos estratos do Sitio Pirapozinho contendo microrestos de vertebrados são atribuído aqui ao clado dos Crocodilyformes.

### **7.5.1 MORFOTIPO 1**

**CROCODYLOMORPHA Walker 1970**

**CROCODYLIFORMES Hay 1930**

**MESOEUCROCODYLIA Whetstone and Whybrow 1983**

**SEBECIA Larsson and Sues 2007**

**PEIROSAURIDAE Gasparini 1982**

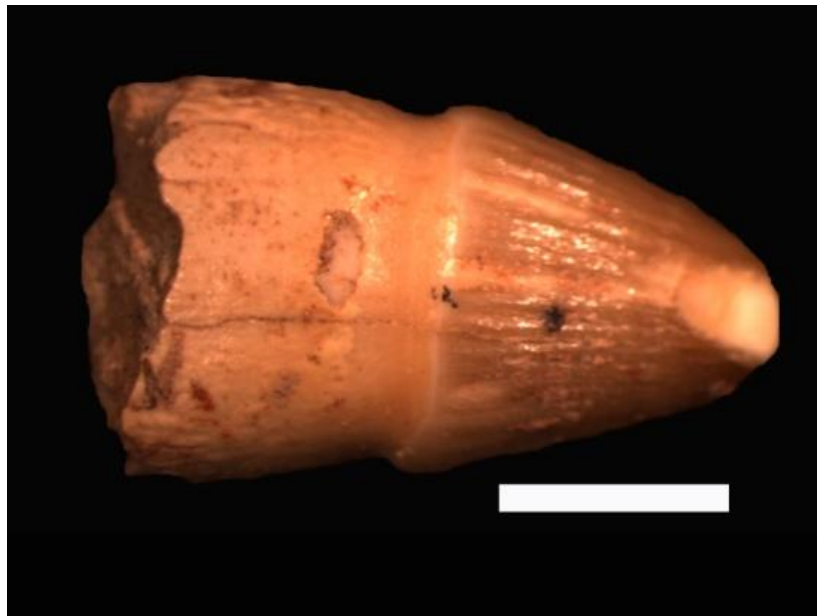
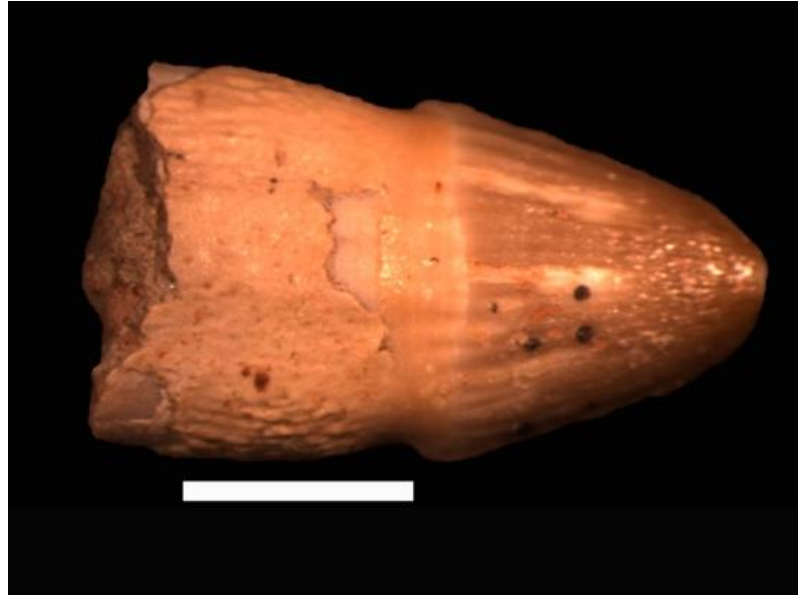
**PEPESUCHUS Campos et. al. 2011**

***Pepesuchus deiseae* Campos et. al. 2011**

O dente (MZSP-PV 1120) possui parte da base de fixação e coroa preservados. A coroa (figuras 32 e 33) apresenta uma quebra no ápice, e as carenas em forma de quilha estão pouco definidas, porém não são observados serilhas.

Este dente aparenta desgastes no esmalte principalmente na face labial, o que pode ter sido causado por oclusão dentária, que é comum em crocodiliformes, onde dentes presentes no dentário apresentam desgaste na sua face labial, enquanto dentes do maxilar e pré-maxilar apresentam na sua face lingual, devido à posição e atrito dos dentes quando estão em oclusão.

O dente é pequeno, caracterizado por uma coroa curta com cerca de 7 mm, sendo levemente lateralmente comprimido e mais robusto na parte inferior, a face labial é levemente convexa, enquanto que a face lingual é mais retilínea. Apresenta estrias longitudinais proeminentes tanto na face lingual quanto na labial. Há ligeira constrição entre a base da coroa e a raiz do dente, delimitando as duas áreas. A raiz é longa e reta, com cerca de 8 mm de área preservada.



Figuras 32 e 33: Vista lingual e labial respectivamente. Escala 5mm.



## **Discussão.**

*Pepesuchus deiseae* (MN 7005-V), espécie de crocodilo Peirosauridae encontrada no afloramento Tartaruguito, apresenta uma série dentária bastante diferenciada. Os dentes presentes na parte anterior (pré-maxilar, maxilar e dentário) têm uma coroa mais alongada, pontiaguda no seu ápice, e uma base robusta com formato subcircular. Os dentes mais posteriores são mais triangulares, menos alongados, mais comprimidos lábio-lingualmente e aparentam ter um grau de compressão menor entre a raiz e o ápice nos dentes.

Uma das autapomorfias de *Pepesuchus* se refere à falta de serrilhas nos dentes, característica que no exemplar aqui descrito também não está presente. Para os Peirosauridae a ausência de serrilhas é um registro único dentro do grupo (Campos *et al.*, 2011). O exemplar (figura 32) se assemelha aos dentes mais posteriores de *Pepesuchus* que apresentam um formato mais triangular da coroa e menos pontiagudo, além de serem relativamente menores que os que estão presentes na pré-maxila, parte anterior do dentário e maxilar.

Associamos, portanto, o dente de morfotipo 1 (figura 32 e 33) aqui descrito à espécie *Pepesuchus deiseae* Campos *et al.*, 2011.

## 7.5.2 MORFOTIPO 2

**CROCODYLOMORPHA Walker 1970**

**CROCODYLIFORMES Hay 1930**

**MESOEUCROCODYLIA Whetstone and Whybrow, 1983**

**NEOSUCHIA Benton and Clark, 1988**

**Família GONIOPHOLIDIDAE Cope, 1975**

**Gênero GONIOPHOLIS Owen, 1841**

***Gonopholis paulistanus* Roxo, 1936**

O dente (MZSP-PV 1121) aqui denominado de morfotipo 2 (figura 34) é robusto, com pouca compressão lábio-lingual, com base quase totalmente arredondada. Apresenta o ápice do dente quebrado, bem com parte do esmalte da superfície do dente.



Figura 34: Dente crocodiliforme do morfotipo 2. Escala 1 cm



Figura 35: Dente crocodiliforme do morfotipo 2. Escala 1cm.

Sua base está quebrada, sem a presença de raiz. Por toda a camada do esmalte há estriações longitudinais desde a base até próximo ao esmalte preservado do ápice.

Devido ao estado de desgaste do dente estabelecer corretamente os lados (lingual e labial) também é uma tarefa bastante complexa, tendo em vista que um dos lados está praticamente sem esmalte e há perda inclusive do material dentário (figura 35). Na parte preservada não é observada nenhum tipo de quilha ou dentículos, entretanto a ausência pode ser devido ao estado do fóssil.

## Discussão

Apesar do estado bastante fragmentário do dente, a morfologia nos remete ao exemplar descrito por Roxo (1936), *Goniopholis paulistanus*. Espécime descrito através de 2 dentes e uma tíbia direita. Arruda-Campos *et al.* (2005) levantaram outra possibilidade para os mesmos materiais descritos por Roxo (1936), posicionando-os possivelmente dentro do clado *Sphagesaurus*, destacando que os dentes da pré-maxila e os primeiros dentes da mandíbula de *Sphagesaurus huenei* são semelhantes ao descritos no trabalho de Roxo (1936), isto é, cônicos, alongados, com sulcos longitudinais e ausência de quilha.

Essa comparação é questionável devido aos materiais preservados de *Sphagesaurus huenei*. Os dentes descritos por Price (1950) não correspondem em absoluto à morfologia

apresentada neste exemplar. Assim, como na redescrição recente de *Sphagesaurus* (Pol, 2003) os fósseis também não apresentaram os caracteres dentários preservados para uma observação mais detalhada. Somente o que podemos observar é que os dentes da pré-maxila possuem alvéolos mais arredondados do que os outros presentes na maxila do exemplar descrito e figurado por Pol (2003).

Diante do exposto, o exemplar aqui descrito é associado, com reservas, com a espécie *Gonophiolis paulistanus* descrito por Roxo (1936).

## **7.5. ELEMENTOS DE TESTUDINES**

Até o momento, os registros mais abundantes de vertebrados para o Sítio Pirapozinho, e que caracterizam o nome de uma de suas camadas mais típicas, “Tartaruguito”, são as tartarugas do clado Pleurodira: *Bauruemys elegans* (Suarez, 1969).

Grande parte do material de Testudines presente na camada de microvertebrados são restos de estruturas ósseas ou dérmicas (plastrão e carapaça) muito fragmentados.

### **7.5.1 Fragmentos de Carapaça ou Plastrão**

Diversos fragmentos de Testudines foram triados da matriz rochosa, porém o estado de conservação não permitiu diagnosticar taxonomicamente, nem ao menos a parte corresponde seja do plastrão ou da carapaça.

Porém outros materiais de Testudines foram selecionados e puderam apresentar uma melhor condição para descrição e posicionamento taxonômico.

A foto abaixo (figura 36) mostra o fragmento mais completo encontrado cerca de 3,5 cm de comprimento, porém não é visualizado nele, suturas ou marcas que pudessem indicar de qual região pertence ou caracteres que pudessem ser diagnósticos para determinação taxonômica. Tendo em vista o estado do material, a posição mais adequada em questão seria apenas indica-la como material pertencente à Testudines por claramente tratar-se de fragmento de carapaça.

A perda de informação pode ser resultante do fato que este material ao ser dissociado da matriz sofreu uma quebra, o qual foi reconstituído através de resina paralóide.



Figura 36: Fragmento de carapaça de Testudines

### 7.5.2 Mandíbula

**TESTUDINES Linnaeus, 1758**

**Hiperfamília PELOMESOIDES Cope, 1868**

**Epifamília PODOCNEMIDENURA Cope, 1868**

**Família PODOCNEMIDIDAE Cope, 1868**

**Subfamília BAURUEMYDINAE Gaffney et. al., 2011**

**Gênero BAURUEMYS Kischlat, 1994**

**Espécie *Bauruemys elegans* Suárez, 1969**

Dos inúmeros fragmentos relacionados ao clado Testudines retirados das preparações, um fragmento de mandíbula inferior (MZSP-PV 1122) apresenta características (figura 37 e 38) que permitem uma identificação mais conclusiva.

Este ramo mandibular esquerdo está parcialmente completo faltando a parte anterior do dentário e a região da sínfise mandibular, portanto, parte da superfície de trituração está ausente, além do coronóide e parte do suruangular.

#### **Dentário.**

O dentário esquerdo (figura 57) que corresponde a parte mais anterior da mandíbula está parcialmente preservado, porém levemente distorcido na parte posterior. Devido à

ausência da região sinfisial não é possível observar se há ou não fusão entre os dentários, característica presente em *Bauruemys elegans* (Matiuzzi, 2007).

Entretanto, é observada uma rugosidade (figura 57) na parte mais anterior da estrutura preservada, o que possivelmente corresponde a parte da superfície de trituração no dentário.

O dentário articula-se dorsalmente com o coronóide, estrutura não preservada neste exemplar, porém ventralmente faz contato com o angular, assim como já descrito anteriormente por Matiuzzi (2007).

Em posição postero-dorsal a sutura entre o dentário e o surangular apresenta uma conformação sinuosa (figura 57) em forma de “V” como descrito por Matiuzzi (2007) para os espécimes de *Bauruemys elegans*, e observado no exemplar analisado em laboratório (MZSP-PV 35).

O forâmen *dentofaciale majus* não está acessível para observação devido à quebra e perda do material, porém próximo à sutura entre o dentário e o surangular há uma leve depressão que poderia sinalizar a presença de tal forâmen.



Figura 37: Mandíbula inferior vista medial. Escala 3 cm.



Figura 38: Mandíbula inferior vista lateral. Escala 3 cm

### **Angular**

O angular (figura 58) é um elemento ósseo mais destacado na face medial da mandíbula em *Bauruemys* e articula-se com o dentário dorsalmente e com o pré-articular em face medial.

Em exemplares de *Bauruemys* o angular se articula dorsalmente com o pré-articular e é possível que possua uma leve sutura com o articular, porém, no espécime estudado esta sutura encontra-se ausente devido a perda de material fóssil. É possível observar a sutura na parte mais antero-ventral entre o angular e o dentário, porém está é a única sutura razoavelmente visível na face medial do espécime, pois associada a ela há uma pequena rachadura devido ao processo diagenético.

### **Surangular**

O surangular (figura 38 e 57) corresponde a uma placa que ocupa quase toda a parte posterior do ramo mandibular contatando o coronóide dorsalmente, o dentário na parte anterior, representando pela sutura em “V” (Matiuzzi, 2007) sinuosa e bastante projetada nas extremidades que compõe essas curvaturas. Mantém contato com o articular na parte



mais posterior, entretanto não é observado nenhuma sutura com este osso, padrão este semelhante ao que ocorre em espécimes de *Bauruemys elegans*.

Compõe a borda da fossa de Meckel em vista medial, ausente neste exemplar devido à perda de material, e é também onde ocorre a articulação da mandíbula na margem lateral.

É possível observar ao menos dois forâmens na parte mais ventral do surangular próximo a sutura com o dentário. Outro evidente forâmen presente nos exemplares de *Bauruemys* na parte mais posterior do surangular, *foramen nervi auriculotemporalis*, não pode ser observado neste exemplar, porém no exato local há a presença de uma rachadura evidente, onde houve necessidade de ser reposicionado através do uso de resina paralóide, portanto a estrutura pode ter evidentemente se perdido devido à quebra.

### **Coronóide**

O coronóide e o contato dele com o surangular e o dentário não são passíveis de observação já que há uma quebra e perda de material na área correspondente a esta estrutura.

### **Articular**

O articular situa-se na parte mais posterior do ramo mandibular e é responsável pela articulação da mandíbula com o crânio, chamada de *area articularis mandibularis*. No espécime descrito a parte corresponde a essa área possui diversas quebras e ranhuras que dificultam a visualização de possíveis suturas. Apresenta sobre vista dorsal uma forma arredondada levemente convexa.

A *area articularis mandibularis* um processo que se estende postero-ventralmente é diretamente conectada através de superfície quase contínua com o *processus retroarticularis*, pois pode ser observado um pequeno sulco que delimita as duas áreas. O mesmo padrão acontece em *Bauruemys elegans*, onde há um leve sulco que divide as duas sem, contudo formar uma estrutura que delimite fortemente as duas áreas de articulação como acontece em outros grupos.

O articular faz contato em vista lateral com o surangular antero-dorsalmente e possivelmente como descreve Matiazzi (2007) com o angular antero-ventralmente. Em *Bauruemys* o articular entra em contato com a fossa de Meckel em vista dorsal, assim como com a parte mais posterior do pré-articular e em vista medial, possivelmente com o angular

O articular está parcialmente preservado, mas não é possível observar nenhuma sutura entre ele e outros elementos ósseos, mesmo com a má preservação do exemplar, semelhantemente aos exemplares de *Bauruemys*.

Em vista lateral é possível observar uma cavidade anterior a *area articularis mandibularis* e em maior parte projetando postero-ventralmente no *processus retroarticularis*.

### **Pré-articular**

Em *Bauruemys elegans* o pré-articular, corresponde a uma área posterior em vista medial da mandíbula e possui contato com a fossa de Meckel na borda medial da mesma e em na parte mais anterior possui contato com o coronóide e em face medial com o angular. No espécime descrito sofreu uma quebra (figura 37) e não é possível a sua visualização e análise.

### **Discussão**

Matiazzi (2007) apresenta como caracteres diagnósticos mandibulares de *Bauruemys* a presença de um desenvolvido forâmen *dentofaciale majus*, estrutura de trituração bem marcada e uma conformação específica na região da sínfise mandibular.

Parte dos caracteres diagnósticos de *B. elegans* está ausente neste exemplar, porém os padrões de sutura entre o surangular e o dentário, além da ausência de sutura entre o articular e o angular, são características presentes nos exemplares observados de *Bauruemys elegans*.

*Bauruemys* é o exemplar mais comum e amplamente encontrado dentro do sítio de Pirapozinho. Foi descrito por Suarez (1969), que a alocou no gênero *Podocnemis*. Posteriormente, esta foi realocada em um gênero a parte (*Bauruemys*) por Kischlat (1994).

Nos últimos anos, foram realizados diversos estudos de redescrição, morfometria e posicionamento filogenético de *Bauruemys elegans* (Romano & Azevedo, 2006; Matiazzi, 2007; Romano & Azevedo, 2007; Gaffney *et. al.*, 2011).

Na filogenia mais recente (Gaffney *et. al.*, 2011), *Bauruemys* é grupo irmão de todos os demais Podocnemididae, grupo monofilético constituído de 20 gêneros e 30 espécies, e sustentado especialmente por caracteres cranianos. Esse clado contém taxons que se distribuem no regsitro fóssil desde o Cretáceo Superior até o recente.

### 7.5.3 Úmero

Um úmero direito (MZSP-PV 1123) parcialmente preservado foi separado da matriz rochosa e parece não ter sofrido nenhum processo de distorção medindo (Figura 39) cerca de 3,5 cm de comprimento. A sua extremidade proximal articular está preservada, porém, a parte distal do úmero sofreu uma quebra.



Figura 39 : Vista dorsal. Escala 1cm.



Figura 40: Vista ventral. Escala 1cm.

Apresenta a cabeça do úmero praticamente equidimensional (figura 39), com as duas extremidades proximais, lateral e média prolongadas e projetadas (figuras 55 e 56), ambas possuem formato arredondado, porém em vista cranial (figura 43) é possível observar que assim como em *Bauruemys*, a projeção medial é separada da cabeça do úmero por uma leve depressão que forma um sulco entre as duas estruturas, enquanto que a lateral forma uma linha contínua entre esta e a cabeça do úmero, não formando portanto nenhuma depressão ou sulco.

Este úmero possui morfologia típica para tartarugas, a diáfise do úmero possui uma curva sigmoide (figuras 41 e 42) levemente pronunciada em vistas laterais (Gaffney, 1990).

Na porção articular proximal, duas projeções (Figura 40) são conectadas pela cabeça do úmero formando a fossa intertubercular (figura 56). As projeções mediana e lateral projetam-se cranio-dorsalmente, sendo que a porção mediana é levemente maior, ultrapassando assim a altura da margem da cabeça do úmero. O processo lateral é ligeiramente menor que a cabeça do úmero com uma leve inclinação.

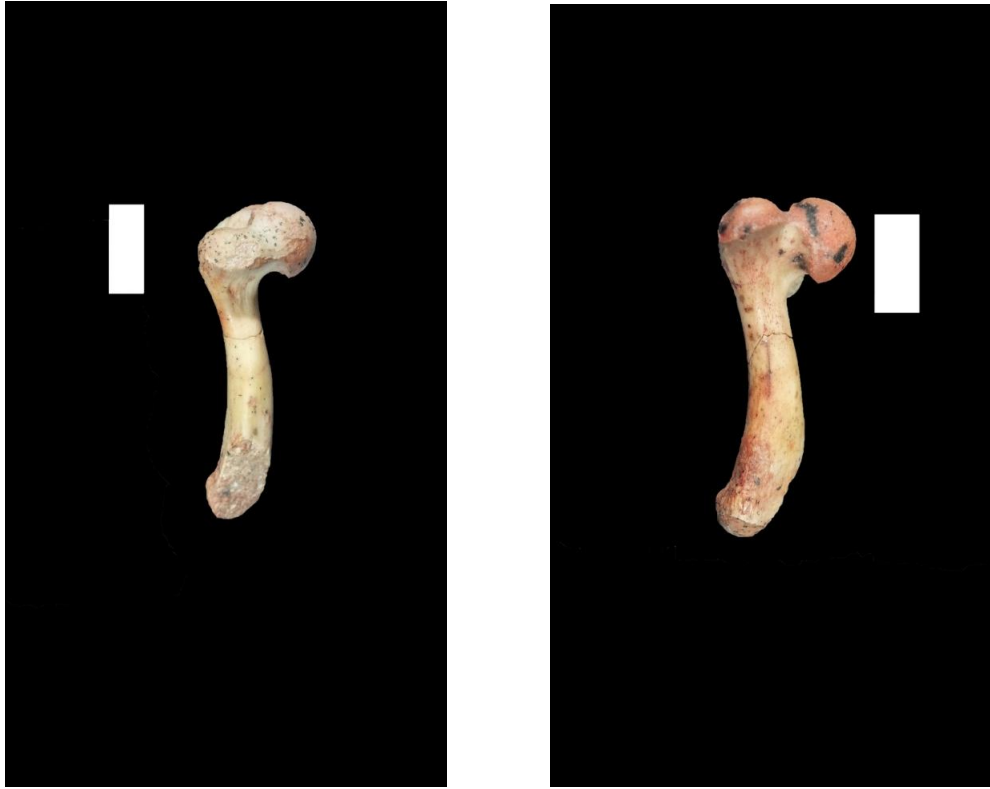


Figura 41 (lateral) e 42 (medial): Vistas laterais. Escala 1cm.

Uma parte considerável da articulação distal foi perdida, restando apenas a parte da lateral da articulação distal do úmero. Porém é possível observar parcialmente um dos côndilos, pois o capitêlio está ausente e o troclear (figura 56) é mais projetado para a face ventral do úmero, assim como em *Bauruemys* que apresenta ambos os côndilos mais voltados a face central do úmero. O entepicôndilo (figura 55 - em vista dorsal) não é muito desenvolvido, o ectepicôndilo está ausente devido à perda de material.

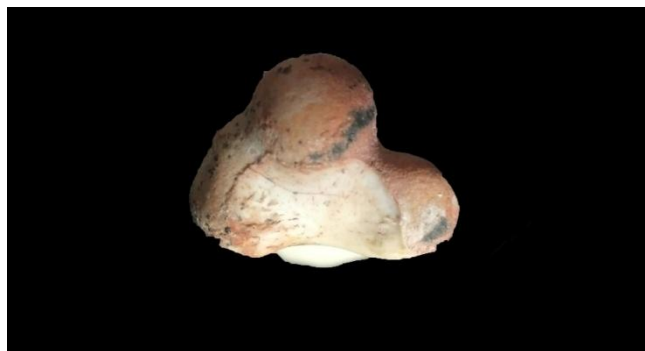


Figura 43: Vista cranial.

Não é observado nenhum foramen aparente preservado, porém as inserções musculares nas projeções lateral e medial são bem marcadas.

No processo medial as marcas de inserção muscular são mais acentuadas, assim como nos exemplares de *Bauruemys* observados. No processo medial ocorre a inserção do *músculo subscapularis*.

## Discussão

O úmero apresenta padrão típico para Pleurodira com os dois processos proximais bem separados e o medial sendo mais projetado e desenvolvido do que o lateral (Meylan, 1996; França & Langer, 2005).

Padrões semelhantes a este aparecem em algumas espécies de quelônios fósseis do clado Podocnemididae, assim como em *Cambaremys langertoni* (França & Langer, 2005) fóssil descrito para a Bacia Bauru no Membro Serra da Galga (Formação Marília) na região da cidade de Marília, porém a posição de *Cambaremys* dentro da família Podocnemididae ainda é incerta (Gaffney, 2011). Entretanto, exemplares de *Stupendemys* do Mioceno-Plioceno da Amazônia, Formação Solimões (de Broin *et. al.*, 1993; Bocquentin & Melo, 2006), no estado do Acre, apresentam o processo medial muito mais robusto e elevado em comparação com outros podocnemidídeos.

O padrão morfológico deste exemplar remete a características semelhantes à *Bauruemys elegans*, espécie largamente encontrada no sítio de Pirapozinho, porém este se trata de um exemplar pequeno, pois em comparação ao espécime MZSP-PV 136, que possui cerca de 6 cm de comprimento do úmero.

Ambos apresentam o mesmo padrão na cabeça do úmero, bem arredondada equidimensional, assim como as projeções laterais, levemente projetada no processo medial e em menor escala o lateral, os aproximando mais da morfologia umeral de *Podocnemis expansa*, porém menos robusto do que em *Stupendemys*.

Tanto o espécime descrito como os exemplares de *Bauruemys* apresentam a parte central da diáfise do úmero mais fina em relação às extremidades proximal e distal. Apresentam uma fossa intratubercular pouco profunda que é formada através da conexão

das duas projeções proximais com marcas de inserção semelhantes. Ambos os côndilos de *Bauruemys* não são muito desenvolvidos, igualmente a parte preservada do côndilo troclear do úmero descrito.

Apesar de ser um padrão aparentemente semelhante ao descrito para outros quelônios atuais e fósseis como *Podocnemis expansa* e *Cambaremys langertoni*, podendo ser, portanto uma morfologia compartilhada por alguns integrantes do clado dos Podocnemididae. Porém, a grande presença de *Bauruemys elegans* no afloramento nos faz associar o material a esta espécie. Não seria razoável associá-lo a clados ausentes no afloramento, tendo em vista a semelhança dos caracteres morfológicos compartilhados com *Bauruemys*, a qual seria mais lógica a sua associação taxonômica.

Quelônios do clado Pelomedusoides são bastante comuns no Brasil (Gaffney *et al.*, 2001; Oliveira & Kellner, 2005; Bocquentin & Melo, 2006; Gaffney *et al.*, 2006; Meylan *et al.*, 2009 ) com fósseis predominantemente encontrados na Bacia Bauru assim como em outras localidades (Price, 1953; Suarez, 1969; França & Langer, 2005; Gaffney *et al.*, 2011).

## 8. DADOS TAFONÔMICOS DO AFLORAMENTO.

O afloramento de Pirapozinho está localizado entre os quilômetros 734 e 736,1 da antiga estrada de ferro Sorocabana, entre as cidades de Presidente Prudente e Pirapozinho (Suarez, 1969; 1973).

A característica mais conspícua desse afloramento são os exemplares de quelônios encontrados, principalmente da espécie *Bauruemys elegans* (Suarez, 1969).

Além dos fósseis de quelônios, nos trabalhos de campo foi encontrada em um dos pontos de exploração, uma camada que apresentava grande quantidade de pequenos fragmentos ósseos, acumulados numa extensão de pouco mais de 1 metro e cerca de 20 a 30 cm de espessura em ambos os lados do corte de estrada (ponto 4 leste-oeste). Esses fragmentos apresentaram-se concentrados nessa faixa de espessura, mas eram visíveis outras estruturas ósseas dispersas acima e abaixo dessa camada, mas com uma concentração bastante dispersa.

A localidade apresenta intercalações de arenitos no topo e na base, siltitos e argilitos na camada de microvertebrados. No ponto estudado não foi localizada a camada referente aos depósitos de tartarugas.

Esta unidade apresentou-se descontínua lateralmente, porém parece continuar mais de forma interna na camada, pois durante a escavação em trabalho de campo, pôde ser observado que lateralmente correspondia a cerca de 1 metro de largura, porém internamente não pode ser verificada sua extensão devido à dificuldade de escavação e tempo de trabalho no local. Tendo em vista se tratar de um afloramento dentro de um corte de estrada, apresenta certa dificuldade para escavação para dentro do perfil, principalmente devido à altura da parede exposta.

A camada está em contato ondulado entre pacotes de arenitos, porém o pacote mais basal, em relação ao de microvertebrados apresenta estrias de escorregamento, produzidas pelo deslizamento e atrito da massa de sedimentos, causado por movimentação devido à forte plasticidade do sedimento em contato com outros mais úmidos.

Grande parte das estruturas ósseas estava imersa em matriz marrom-avermelhada nos estratos de argilitos e siltitos, porém a parte de coloração acinzentada apresenta alta



cimentação, porém, com presença de fósseis, mas em menor concentração, em relação ao topo da camada com coloração mais avermelhada.

A presença desta parte mais avermelhada do sedimento, corresponde provavelmente a períodos de exposição, onde ocorreram eventos de oxidação.



Figura 44: Vista do perfil – ponto 4.

## 8.1 DADOS DA ASSEMBLÉIA

### 8.1.1 Tamanho da amostragem

Os fragmentos fósseis encontrados na camada foram abundantes, mas apenas, poucos podem ser identificáveis. Muitos materiais estão fragmentados a ponto de não ser possível o reconhecimento em qualquer nível taxonômico.

O material corresponde a escamas ganóides, vértebras de peixes, elementos esqueléticos de quelônios, dois dentes de crocodilos e um dente de dinossauro.

<b>Peixes</b>	
Escamas ganóides	1196
Vértebras	6
Dentes	46
<b>Dinossauro</b>	
Dente	1
<b>Crocodilos</b>	
Dente	2
<b>Testudines</b>	
Úmero	1
Mandíbula	1
<b>Total</b>	<b>1253</b>

Tabela 2: Representação numérica dentro dos táxons encontrados

Apesar disso, essa representatividade é pequena, diante do material retirado da matriz rochosa, tendo em vista a grande quantidade de material que não pôde ser diagnosticado taxonomicamente. Porém, este evento que acumulou tais exemplares representa uma acumulação fossilífera do tipo politípica.

Behrensmeyer (1991) salienta que o ideal para uma análise comparativa tafonômica é de no mínimo 100 indivíduos da espécie estudada. Um grande tamanho amostral tende a diminuir os erros, principalmente de contagem de indivíduos, quando utilizado este tipo de parâmetro.

### **8.1.2 Densidade Espacial**

A densidade espacial é um fator importante de análise para determinar eventos de morte e a relação com os eventos de soterramento.

Normalmente, para análise deste fator em macrovertebrados, é utilizado um cálculo de ossos por unidade de área (ossos/m<sup>2</sup>). Aqui utilizamos a medida como indicada para localidades com presença de microvertebrados, desta forma a análise é feita através de número identificáveis de ossos ou dentes, por unidade de peso da matriz rochosa (osso/kg) (Behrensmeyer, 1991; Rogers *et. al.*, 2007)

Para a camada de microvertebrados do sítio de Pirapozinho a resultante foi de 20.8 ossos/kg de matriz triada.

Behrensmeyer (1991) indica que concentrações com cerca de 20 dentes por 30 quilos de matriz são consideradas altamente produtivas, porém aqui não podemos descartar que esta medida é altamente tendenciada pelo grande número de escamas ganóides encontradas, não refletindo necessariamente uma concentração altamente diversa.

### **8.1.3 Articulação Óssea**

Enquanto animais articulados representam pouco ou nenhum transporte e de pouca exposição, elementos desarticulados demonstram evidências de processos hidronômicos e de intemperismo antes do soterramento final. O grau de desarticulação está diretamente ligado com as condições ambientais, além de variar de acordo com o tipo de morte (Shipman, 1981; Behrensmeyer, 1991; Mancuso, 2003).

Behrensmeyer (1991) sugeriu o uso de diferentes estágios qualitativos para avaliação da desarticulação em acumulações mais generalistas, utilizando as seguintes classificações: *articulado*, *desarticulado mas associado*, *associado mas disperso e isolado*

*e disperso*, formando estágios gradativos facilitando assim, comparações entre diferentes acumulações fossilíferas.

O material de estudo compreende apenas materiais completamente desarticulados, nenhum elemento ósseo foi encontrado articulado, além disso, os elementos também não aparentavam nenhum tipo de associação.

Essa camada apresenta padrões muito diferentes em relação aos estudos já apresentados para a de tartarugas que em sua maioria apresentam-se articulados ou associados. (Pires-Domingues, 2006; Henriques, 2006)

### 8.1.4 Empacotamento

O empacotamento reflete a descrição da disposição e abundância de restos esqueléticos na matriz rochosa (Holz & Simões, 2002).

Kidwell & Holland (1991) desenvolveram uma classificação para esta feição tafonômica, como uma forma de análise visual da disposição dos bioclastos na biofábrica.

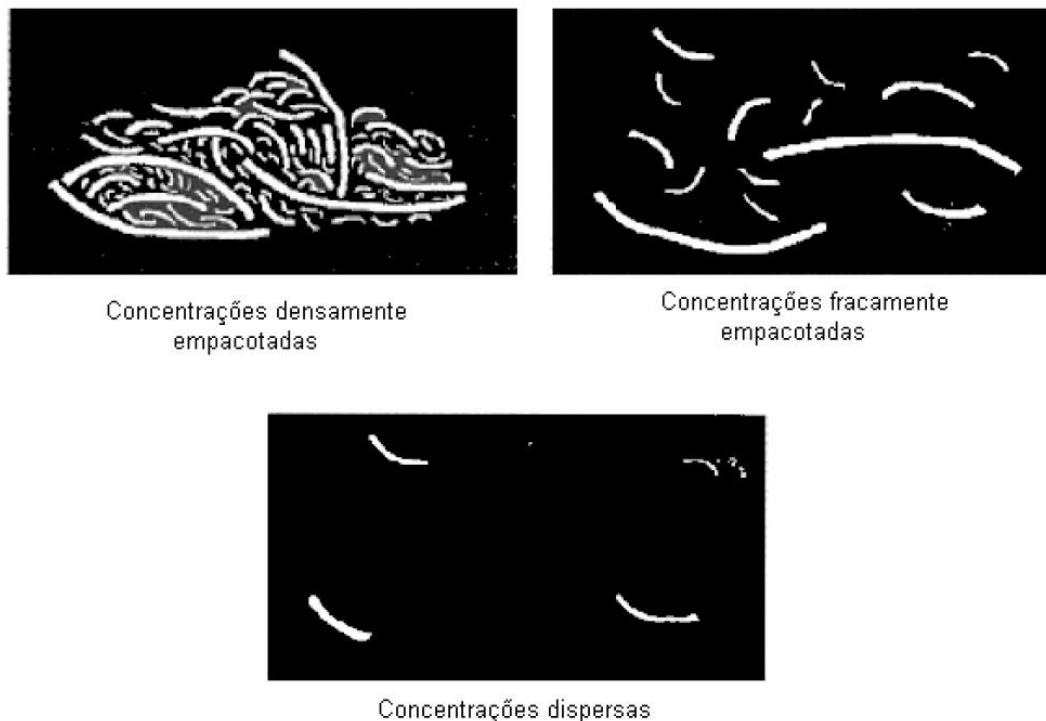


Figura 45: Graus de empacotamento. Modificado de Kidwell & Holland (1991)

As concentrações **densamente empacotadas** são suportadas pelos bioclastos presentes na matriz, neste caso o contato entre elementos fósseis é comum, porém pode ocorrer que alguns se apresentem mais isolados. Neste caso, há também reflexo de acentuada seleção hidráulica da matriz, ou simplesmente um aumento grande na disponibilidade de bioclastos. Baixas taxas de sedimentação também refletem acumulações como esta.

Concentrações **fracamente empacotadas** são suportadas pela matriz e os fósseis estão distribuídos de forma mais esparsa com pouco ou nenhum contato entre os espécimes fossilizados.

Concentrações **dispersas** também são suportadas pela matriz rochosa, os fósseis estão sem contato nenhum dentro da matriz e estão esparsamente distribuídos (Holz & Simões, 2002)

A camada de microvertebrados do afloramento Tartaruguito enquadra-se na primeira categoria, tendo em vista o alto contato entre os elementos ósseos fossilizados.



Figura 46: Detalhe de bloco retirado do ponto 4.

Neste caso também é comum a análise do arranjo espacial dos elementos, visando a busca por um padrão de orientação na deposição desses fósseis, buscando reconhecer qual

foi a condição hidrodinâmica que atuou no processo de soterramento. No caso do presente estudo, este tipo de dado não foi possível de se visualizar devido a tamanho milimétrico dos elementos aqui encontrados, o que impossibilitou uma análise de disposição e mergulho dos espécimes, não sendo possível analisar se estão concordantes ou não com o acamamento.

### 8.1.5 Representação taxonômica.

O gráfico abaixo demonstra a representação de grupos presentes na camada de microvertebrados. Há uma intensa predominância de materiais de Actinopterygii, número este bastante projetado devido a imensa quantidade de escamas encontradas.

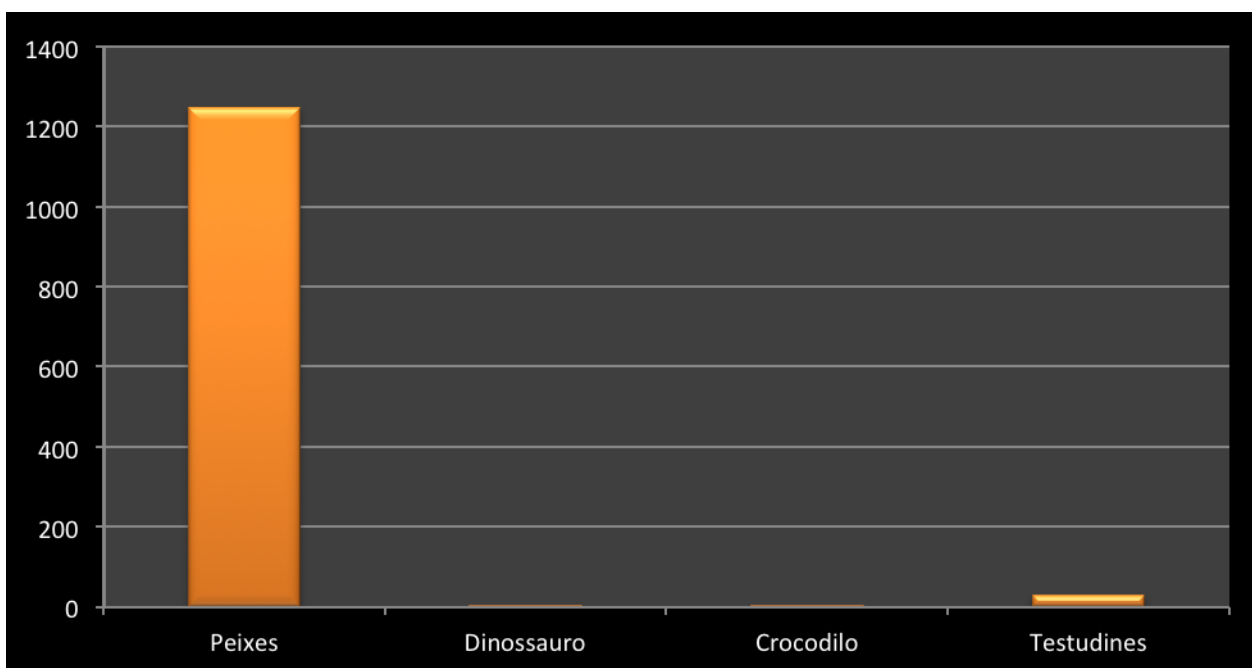


Gráfico 1: Proporção entre os grupos

---

---

***Clados encontrados na camada de microvertebrados***

---

---

Subclasse ACTINOPTERYGII Cope, 1887

Super Divisão HOLOSTEI Muller, 1844

Divisão Ginglymodi Cope, 1872

Ordem Lepisosteiformes Hay, 1929

Família Lepisosteidae Cuvier, 1825

---

Subclasse ACTINOPTERYGII Cope, 1887

Divisão HALECOSTOMI Regan, 1923

Ordem AMIIFORMES Hay, 1929

Superfamília AMIOIDEA Bonaparte, 1838

Família AMIIDAE Bonaparte, 1838

Subfamília VIDALAMIINAE Grande & Bemis, 1998

---

CROCODYLOMORPHA Walker 1970

CROCODYLIFORMES Hay 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone and Whybrow 1983

SEBECIA Larsson and Sues 2007

PEIROSAURIDAE Gasparini 1982

PEPESUCHUS Campos et. al. 2011

*Pepesuchus deiseae* Campos et. al. 2011

---

CROCODYLOMORPHA Walker 1970

CROCODYLIFORMES Hay 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone and Whybrow, 1983

NEOSUCHIA Benton and Clark, 1988

Família GONIOPHOLIDIDAE Cope, 1975

Gênero GONIOPHOLIS Owen, 1841

*Gonopholis paulistanus* Roxo, 1936

---

DINOSAURIA Owen, 1842

SAURISCHIA Seeley, 1887

THEROPODA Marsh, 1881;

COELUROSAURIA von Huene, 1914;

MANIRAPTORA Gauthier, 1986;

DROMAEOSAURIDAE Matthew and Brown, 1922

---

REPTILIA Laurenti, 1768

TESTUDINES Linnaeus, 1758

Hiperfamília PELOMESOIDES Cope, 1868

Epifamília PODOCNEMIDENURA Cope, 1868

Família PODOCNEMIDIDAE Cope, 1868

Subfamília BAURUEMYDINAE Gaffney et. al., 2011

Gênero BAURUEMYS Kischlat, 1994

*Bauruemys elegans* Suárez, 1969

---

---

### **8.1.6 Modificação óssea.**

A preservação óssea apresenta excelentes informações sobre as assinaturas tafonômicas envolvidas no processo de fossilização e formação da acumulação.

#### **8.1.6.1 Intemperismo**

Quando um esqueleto de um animal passa por um longo tempo de exposição, é ocasionada uma série de modificações químicas e físicas devidos aos processos do ambiente local.

Peterson e colaboradores (2011) apresentaram estágios de intemperismo através do estudo de microvertebrados: estágio 0 sem nenhuma quebra ou rachadura, 1: com superfície com rachaduras e fraturas, 2: com descamação óssea e lascas, 3: perda da superfície externa do osso.

Os fósseis, apesar de fragmentados, apresentam estágio de intemperismo segundo o descrito para o estágio 1 apresentado no trabalho de Peterson *et al.*(2011). Porém, diversos fragmentos que não puderam ser associados a nenhum clado, apresentam-se no estágio 2 e 3, o que corresponde a boa parte do material triado.

A variação no estado do material é bastante visível durante uma triagem simples.

#### **8.1.6.2 Abrasão**

A abrasão é representada pelo desgaste do bioclasto causado por meios mecânicos. Podem indicar transporte e retrabalhamento, assim como ações pós-deposicionais, ou seja, eventos cronológicos relativos aos elementos ósseos.

Peterson *et al.* (2011) indicaram 4 estágios de abrasão que vão de 0 (nenhum sinal de abrasão) a 3 (altamente arredondado).

Dentro da classificação proposta por Peterson *et al.* (2011), os elementos ósseos triados apresentam certa variação. Os elementos estudados e classificados dentro deste trabalho apresentam pouco ou nenhum sinal de abrasão, indicando estágios 0 e 1, dentro das categorias apresentadas. Outros elementos que não puderam ser utilizados



apresentaram alta fragmentação e sinais de abrasão como já demonstrado quando analisadas as questões de intemperismo. Estes podem ser classificados dentro da categoria 2 ou, em menor caso, na categoria 3.

Principalmente as vértebras apresentam sinais de arredondamento em suas extremidades, sinais como este indicam evidente transporte.

## 8.2 Discussão dos Resultados Tafonômicos

Os materiais da camada estudada apresentam-se completamente desarticulados e fragmentados. Pouquíssimos materiais foram encontrados em condição íntegra, sem nenhum tipo de quebra ou sinais de abrasão.

Dentre os materiais triados, poucos apresentam condições adequadas de identificação morfológica e taxonômica. Porém, as rochas retiradas são ricas em fragmentos, principalmente de peixes e tartarugas, com uma predominância evidente para as escamas de peixes. Esse padrão é bastante comum em localidades com materiais em estado semelhante a estes (Pratt, 1989; Blob & Fiorillo, 1996; Khajuria & Prasad, 1998; Brinkman *et. al.*; 2004; Wilson, 2008).

As condições de alta fragmentação, empacotamento, desarticulação e abrasão indicam que os materiais sofreram transporte, possivelmente devido a fluxos de água em eventos de enchentes periódicas, que eram responsáveis por trazer detritos, como já demonstrado em trabalhos anteriores onde foi estudada a tafonomia local (Pires-Domigues, 2006; Henriques, 2006). A opção de retrabalhamento também não pode ser descartada, em parte em devido à diferença significativa nos estados dos materiais triados, e também porque materiais encontravam-se ligeiramente dispersos acima e abaixo da camada estudada.

Grande parte do material é composta por fragmentos milimétricos. Poucos apresentam condição centimétrica. Em geral, apenas os materiais de Testudines e os dentes de crocodilos e dinossauro corresponderam a materiais de maior porte. Dodson (1973) apresentou uma sequência de dispersão de pequenos ossos de mamíferos, que demonstra os mesmos padrões de tamanhos apresentados neste trabalho. Dodson analisou a sequência de movimentos de ossos de ratos, calculando o potencial de dispersão. Sua conclusão foi que os pequenos ossos têm uma alta capacidade de dispersão através de água em movimento.

Elder (1985) desenvolveu um estudo com peixes de água doce para verificar a sequência de desarticulação temporal. Este estudo verificou que os ossos das mandíbulas e das nadadeiras são os primeiros a se desarticular do corpo, seguidos do maxilar, prémaxilar, escamas, opérculos, cintura peitoral, suspensórios, ossos pélvicos e hioides. As vértebras são as últimas peças a se desarticularem após a decomposição.

Wilson & Barton (1996) chegaram a resultados de desarticulação semelhantes, apontando que ossos do crânio são os primeiros a se desarticularem.

Águas com temperatura acima de 16°C e mais superficiais tendem a fazer os peixes flutuarem, devido ao acúmulo de gases de decomposição, facilitando a desarticulação, através de exposição subaérea (Wilson & Barton, 1996; Petra & Gallo, 2012).

A camada estudada demonstra boa seleção de tamanho de fragmentos ósseos, devido ao predomínio milimétrico dos ossos encontrados, corroborando com outras feições tafonômicas, como o alto grau de desarticulação e de empacotamento que indicam evidências de transporte hidráulico.

Apesar de dentes e escamas se desarticularem possivelmente antes das vértebras (Elder, 1985), estes correspondem a materiais mais resistentes que podem sofrer menos danos durante o transporte. Porém, alguns sinais de abrasão e quebras são vistos em muitos desses materiais indicando, portanto, que deve ter ocorrido algum efeito adverso de transporte.

Principalmente nos centros vertebrais, sinais de arredondamento nas extremidades dos ossos mostram que sofreram intenso desgaste antes de serem fossilizados. Assinaturas tafonômicas como essas podem ser associadas a eventos de alta energia.

Henriques (2006) demonstrou que, no afloramento Tartaruguito, as camadas sofreram uma ciclicidade. Dentre elas, a camada de microvertebrados que aparece em momentos diferentes dentro da sequência estratigráfica. Neste trabalho, esta camada foi denominada como camada pelítica, ocorrendo intercalada nos pacotes arenosos em contatos planos ou levemente ondulados, igualmente a camada aqui apresentada. Henriques (2006) determinou 10 momentos de ocorrência diferentes dentro da unidade fossilífera, que alternam momentos de seca e umidade para a região. Fluxos de água depositados sobre planícies de inundação formariam lagoas rasas onde se acumularia a imensa quantidade de quelônios encontrados no local, alternando com os eventos de seca que foram geradores da mortandade em massa.

As condições dos quelônios preservados neste afloramento são completamente diversas, preservados praticamente completos, articulados e sem sinais de abrasão (Henriques, 2006; Pires-Domingues, 2006).

Como apresentado anteriormente é possível que esta camada tenha sofrido um período de exposição demonstrado pela oxidação (aspecto avermelhado) presente nesta camada. Esse momento expôs materiais já fragmentados, devido ao possível transporte, a suscetibilidades maiores do meio ambiente.

Alguns trabalhos propõem que camadas que apresentam materiais no mesmo estado de conservação, seja resultado de normalmente dois fatores: 1) material de coprocenose, ou seja, material derivado de restos de dejetos de alimentação de animais carnívoros, porém essas acumulações tendem a apresentar diversos indivíduos da mesma espécie ou apresentando pouquíssima variação; 2) depósitos fluviais (Pratt, 1989).

Entretanto, a grande maioria destes depósitos resulta do transporte e acúmulo através de eventos fluviais (Dodson, 1973; Fiorillo, 1988; Eberth, 1990; Wilson, 2008).

Materiais dentários de crocodilos e dinossauros encontrados no afloramento, provavelmente são resultados de trocas dentárias, tendo em vista que estes animais apresentam este tipo de evento, o que pode explicar, por exemplo, as melhores condições e baixa abrasão nestes exemplares, com exceção do dente de *Gonophiolis paulistanus* que está com grande parte da superfície quebrada. Crocodilos já foram registrados para a localidade com um bom estado de preservação (Campos *et. al.*, 2011).

## 9. CONCLUSÃO

A camada de microvertebrados fósseis encontrada no afloramento Tartaruguito apresenta uma imensa quantidade de fragmentos ósseos. Porém pouquíssimos são passíveis de classificação e descrição, possivelmente devido a uma forte ação do transporte que trouxe tais materiais até a localidade.

Foi encontrada uma baixa diversidade fóssil nos sedimentos estudados, com predomínio de materiais de peixes, e em menor quantidade fragmentos de quelônios, cujas estruturas foram classificadas como pertencentes à *Bauruemys elegans*, espécie amplamente distribuídas pela localidade.

O registro de um dente de Dromeosauridae é notável e representa o primeiro para o sítio fossilífero de Pirapozinho. Porém, esta não é uma novidade para a Formação Presidente Prudente, que já conta com registros de dentes de dinossauros (Azevedo *et. al.* 2012).

Os Amiiformes possuem registros mais dispersos pela América do Sul. Estudos iniciais indicam que estes peixes se distribuíam pelas águas costeiras. Seus registros do final do Cretáceo em ambientes notadamente continentais, como o registro aqui apresentado e outros para Argentina e Brasil (Bogan *et. al.*, 2010; Martinelli *et. al.*, 2012), mostram que este grupo pode ter se diversificado em ambientes continentais distintos dos costeiros já conhecidos.

Os Lepisosteiformes já possuem registros para a Bacia Bauru. Entretanto, são registros escassos e fragmentados e apenas uma única espécie, *Lepisosteus cominatoi*, é descrita para a bacia. Estudos mais aprofundados na morfologia destes elementos isolados fazem-se necessários, para que sua classificação possa ser melhor definida.

O estado fragmentário dos materiais, bem como sua forma de acumulação, abrasão e seleção indicam que estes materiais sofreram transporte hidráulico, possivelmente através de fluxos de descarga com forte energia, criando uma camada completamente diferente da já conhecida, onde são encontradas concentrações atípicas de quelônios da espécie *Bauruemys elegans*.

Estudos sistemáticos como este contribuem para o aumento do conhecimento sobre a diversidade fossilífera da Bacia Bauru.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AGASSIZ, L. 1841. On the Fossil Fishes found by Mr. Gardner in the Province of Ceará, in the North of Brazil. *Edinburgh New Philosophical Journal*. Edinburgh, v. 30, p. 82-84.
- ANDRADE, M.B.; BERTINI, R.J. 2008. A new Sphagesaurus (Mesoeucrocodylia: Notosuchia) from the Upper Cretaceous of Monte Alto City (Bauru Group, Brazil), and a Revision of Sphagesauridae. *Historical Biology* 20: 101-136.
- ALLISON, P.A.; BOTTJER, D.J. 2011. Taphonomy: Process and Bias Through Time, 1 Topics in Geobiology 32.
- ALVARENGA, H.M.F., NAVA, W.R., 2005. Aves Enantiornithes do Cretáceo Superior da Formação Adamantina do Estado de São Paulo, Brasil. *In: II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, 2005, Rio de Janeiro. Boletim de Resumos II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados. Rio de Janeiro : Museu Nacional, 2005, p. 20-20.*
- ARAMBOURG C., JOLEAUD L. 1943. Vertébrés fossiles du bassin du Niger, Bulletin. Dir. Mines Afr. fr. 7 1-74.
- ARID, F.M., VIZZOTO, L.D., 1971. *Antarctosaurus brasiliensis*, um novo saurópode do Cretáceo Superior do sul do Brasil. XXVº Congresso Brasileiro de Geologia (São Paulo), Anais 1, 297-305.
- ARRUDA CAMPOS, A. C., ARRUDA, J. T., TAVARES, S. A. S., CARVALHO, I. S. 2005. Contexto estratigráfico dos crocodilomorfos esfagesaurídeos da formação adamantina (bacia bauru, cretáceo superior). XIX Congresso de Brasileiro de Paleontologia. Sergipe.

- AZEVEDO, S.A.; GALLO, V.; FERIGOLO, J. 2000. A Possible Chelonian Egg from the Brazilian Late Cretaceous. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 72: 187-193.
- AZEVEDO, R.P., VASCONCELLOS, P.L., CANDEIRO, C.R.A., BERGQVIST, L.P., 2007. Restos microscópicos de vertebrados fósseis do Grupo Bauru (Neocretáceo), no oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: CARVALHO, I.S., CASSAB, R.C., SCHWANKE, C., CAVALHO, M.A., FERNANDES, A.C., RODRIGUES, M.A.C., CARVALHO, M.S., ARAI, M., OLIVEIRA, M.E.Q. (Ed.). *Paleontologia: Cenários da Vida*. Rio de Janeiro: Interciências, 2007, 2: 541-549
- BAEZ, A.M.; PERI, S. 1989. *Baurubatrachus pricei*, nov. gen. et sp., un anuro del Cretacico Superior de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 61: 447-458.
- BEHRENSMEYER A.K. 1991. Terrestrial vertebrate accumulations. p.291-335. In: P.A.Allison & D.E.G Briggs (Ed.), *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record*. New York.Plenum, 560p.
- BEHRENSMEYER, A.K.; KIDWELL, S.M. 1985. Taphonomy's contribution to paleobiology. *Paleobiology*. 11: 105-109.
- BERTINI, R. J., MARSHALL, L. G., GAYET, M. BRITO, P. 1993 Vertebrate faunas from the Adamantina and Marília formations (Upper Bauru Group, late Cretaceous, Brazil) in their stratigraphic and paleobiogeographic context. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 188 (1), 71-101
- BERTINI, R.J. 1996. Evidências de Abelisauridae (Carnosauria: Saurischia) do Neocretáceo da Bacia do Paraná. IVº Simpósio Cretáceo do Brasil (Rio Claro, Brasil), Abstracts, 267-271.

- BERTINI, R.J., SANTUCCI, R.M., TOLEDO, C.E.V., MENEGAZZO, M.C. 2006. Taphonomy and depositional history of an Upper Cretaceous turtlebearing outcrop from the Adamantina Formation, southwestern São Paulo state. *Revista Brasileira de Paleontologia*. 9(2):181-186.
- BITTENCOURT, J.S., KELLNER, A.W.A., 2002. Abelisauria (Theropoda, Dinosauria) teeth from Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Série Geologia* 62, 1e8.
- BOCQUENTIN, V.J. & MELO, J., 2006. *Stupendemys souzai* sp. nov. (Pleurodira, Podocnemididae) from the Miocene-Pliocene of the Solimões Formation, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 9(2):187-192.
- BLOB, R.W., FIORILLO, A.R. 1996. The significance of vertebrate microfossil size and shape distributions for faunal abundance reconstructions: a late Cretaceous example. *Palaeobiology* 22, 422– 435.
- BOGAN, S., TAVERNE, L. & AGNOLIN, F.L., 2010. First fossil Record of an amiid fish (Halecomorphi, Amiidae) from the latest Cretaceous of Patagonia, Argentina, and comments on the status of *Pappichthys patagonica* Ameghino, 1906 (Teleostei, Osteoglossidae). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 80, 163–170.
- BRINKMAN, D.B. 1990. Paleocology of the Judith River Formation (Campanian) of Dinosaur Provincial Park, Alberta, Canada: evidence from vertebrate microfossil localities. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 78: 37-54.
- BRINKMAN, D. B., & NEUMAN, A. G. (2002). Teleost centra from uppermost Judith River Group (Dinosaur Park Formation, Campanian) of Alberta, Canada. *Journal of Paleontology*, 76(1).



- BRITO, P.M. & GALLO, V. 2003. A new species of *Lepidotes* (Neopterygii: Semionotiformes: Semionotidae) from the Santana Formation, Lower Cretaceous of Northeastern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23 (1): 47-53.
- BUSCALIONI, A. D., FREGENAL, M. A., BRAVO, A., POYATO-ARIZA, F. J., SANCHÍZ, B., BÁEZ, A. M., MARUGÁN LOBÓN, J. 2008. The vertebrate assemblage of Buenache de la Sierra (Upper Barremian of Serrania de Cuenca, Spain) with insights into its taphonomy and palaeoecology. *Cretaceous Research*, 29(4), 687-710.
- CAMPOS, D.A., OLIVEIRA, G.R., FIGUEIREDO, R.G., RIFF, D., AZEVEDO, S.A.K., CARVALHO, L.B., KELLNER, A.W.A. 2011. On a new peirosaurid crocodyliform from the Upper Cretaceous, Bauru Group, southeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 83(1):317-327.
- CAMPOS, D.A.; SUAREZ, J.M.; RIFF, D.; KELLNER, A.W.A. 2001. Short note on a new Baurusuchidae (Crocodyliformes, Metasuchia) from Upper Cretaceous of Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Série Geologia* 57: 1-7.
- CANDEIRO, C.R.A. 2002. Dentes de Theropoda da Formação Marília (Santoniano-Maastrichtiano), Bacia Bauru, região de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais, Brasil. *Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro*.
- CANDEIRO, C.R.A. 2006. Padrões morfológicos dos dentes de Abelisauroida e Carcharodontosauridae (Theropoda, Dinosauria) do Cretáceo da América do Sul. *Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro*.
- CANDEIRO, C.R. A., ABRANCHES, C.T., ABRANTES, E.A., AVILLA, L.S., MARTINS, V.C., MOREIRA, A.L., TORRES, S.R., BERGQVIST, L.P. 2004. Dinosaur remains from western São Paulo State, Brazil (Bauru Basin, Adamantina Formation, Upper Cretaceous). *Journal of South American Earth Science* 18: 1-10.

- CANDEIRO, C.R.A.; NAVA, W.; MARTINELLI, A.G., FORASIEPI, A.M.; SCANFERLA, C.A.; MUZZOPAPPA, P. 2009. New lizard Record (Diapsida, Lepidosauria) from the Upper Cretaceous Adamantina Formation, Brazil. *Bulletin of Geoscience* 84(3): 573-576
- CANDEIRO, C.R.A., RICH, T. 2010. Overview of the Late Cretaceous Biota of the western São Paulo State, Brazil, Bauru Group, *Journal of South American Earth Sciences*. 29 (2): 346-353
- CARVALHO, A.B. 2006. Descrição morfológica e posição filogenética de um anuro novo (Lissamphibia, Tetrapoda) do Cretáceo Superior Continental do Brasil (Formação Adamantina, Bacia Bauru) do município de Marília (SP). Dissertação de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- CARVALHO, I.S.; BERTINI, R.J. 1999. *Mariliasuchus*, um Novo Crocodylomorpha (Notosuchia) do Cretáceo da Bacia Bauru, Brasil. *Geología Colombiana* 24: 83-105
- CARVALHO, I. S.; RIBEIRO, L.C.B.; AVILLA, L.S. 2004. *Uberabasuchus terrificus* sp. nov., a new Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Upper Cretaceous), Brazil. *Gondwana Research* 7: 975-1002.
- CARVALHO, I.S.; CAMPOS, A.C.A.; NOBRE, P.H. 2005. *Baurusuchus salgadoensis*, a new crocodylomorpha from the Bauru Basin. *Gondwana Research* 8 (1): 11-30.
- CARVALHO, I.S.; VASCONCELOS, F.M.; TAVARES, S.A.S. 2007. *Montealtosuchus arrudacamposi*, a new peirosaurid crocodile (Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous of Adamantina Formation of Brazil. *Zootaxa* 1607: 35-46.

- CAVIN, L., BRITO, P.M., 2001. A new Lepisosteidae (Actinopterygii, Ginglymodi) from the Cretaceous of the Kem Kem beds, Southern Morocco. *Bulletin de la Société Géologique de France* 172 (5), 141–150
- CHANEY, D.S. 1989. Hand-held mechanical preparation tools. *In*: FELDMANN, R.M., CHAPMAN, R.E., HANNIBAL, J.T. (eds.). *Paleotechniques*. The Paleontological Society, Special Publication, 4: 186-203.
- CIONE, A. L. 1987. The Late Cretaceous fauna of Los Alamitos, Patagonia, Argentina. Part II-the fishes. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales " Bernardino Rivadavia"* 3:111-120.
- CURRIE, P. J.; RIGBY, J. R.; SLOAN, R. E. 1990. Theropod teeth from the Judith River Formation of Southern Alberta, Canada. *In*: Carpenter, K & Currie, P. J. (editores). *Dinosaur Systematics: Approaches and Perspectives*. New York: Cambridge University Press, p. 107-125.
- DAMUTH, J.D. 1981. Population density and body size in mammals. *Nature*, 290:699-700.
- De BROIN F., BOCQUENTIN J. & NEGRI F. R. 1993. Gigantic turtles (Pleurodira, Podocnemididae) from the Late Miocene-Early Pliocene of South Western Amazon. *Bulletin de l'Institut français d'Études andines* 22: 657-670.
- DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E. A.; MARANHÃO, M. S. A. S.; CASTRO, J. C.; SUÁREZ, J. M. & RODRIGUES, R. 1998. Cretaceous non-marine calcareous microfossils from the Adamantina Formation (Bauru Group), western São Paulo, Brazil: 8-10 *In*: Annual Conference of the South Atlantic Mesozoic Correlation-Project 381 (IGCP-IUGS), 3, Comodoro Rivadavia. Abstract, *Boletín 2* (Edición Especial). Ano 1. Comodoro Rivadavia.

- DIAS-BRITO, D.; MUSACHIO, E.A.; CASTRO, J.C.; MARANHÃO, M.S.S.; SUÁREZ, J.M.; RODRIGUES, R. 2001. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isótopos e estratigráficos. *Revue Paléobiologique*, Gêneze 20(1): 245-304
- DODSON, P. 1973, The significance of small bones in paleoecological interpretation: *University of Wyoming Contributions to Geology*, v. 12, p. 15–19.
- EBERTH, D.A. 1990, Stratigraphy and sedimentology of vertebrate microfossil sites in the uppermost Judith River Formation (Campanian), Dinosaur Provincial Park, Alberta, Canada: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 78, p. 1–36.
- EBERTH, D. A., AND D. B. BRINKMAN. 1997. Paleoecology of an estuarine paleochannel complex in the Dinosaur Park Formation (Judith River Group, Upper Cretaceous) of southern Alberta, Canada. *Palaios*, 12: 43–58
- EDMUND, A. G. Dentition. In: Gans, C.; Bellairs, A. & Parsons, T. S. (editores). *Biology of Reptilia*. London: Academic Press, 1969, p. 117-201.
- EFREMOV, J.A. 1940. Taphonomy: A new branch of paleontology. *Pan-Am. Geol.*,74(2):82-93.
- ELDER, R.L. 1985. Principles of aquatic taphonomy with examples from the fossil record. Tese (Doutorado) Universidade de Michigan. 336 p.
- ELDER, R. L., SMITH, G. R. 1988. Fish taphonomy and environmental inference in paleolimnology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 62(1), 577-592.
- ELIAS, F.A. 2006. Dentes de amniotas da Lage do Coringa (formação Alcântara, albonomaniano da Bacia de São Luís-Grajaú): identificação, descrição, aspectos

paleobiológicos, biocronológicos, paleogeográficos e paleobiogeográficos.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista Rio Claro,

ESTES, R., PRICE, L.I., 1973. Iguanid lizard from the Late Cretaceous of Brazil. *Science* 180: 748-751.

FARLOW, J. O.; BRINKMAN, D. L. ABLER, W. L.; CURRIE, P. J. 1991. Size, shape and serration density of theropod dinosaur lateral teeth. *Modern Geology*, London, V. 16, p 161-198

FERNANDES, L.A. 2004. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. *Boletim Paranaense de Geociências* 55, 53–66.

FERNANDES, L.A., COIMBRA, A.M. 1994. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. *Revista Brasileira de Geociências*. 24(3):164-176.

FERNANDES L.A. & COIMBRA, A.M. 1996. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 68(2): 195-205.

FERNANDES, L.A. & COIMBRA, A.M. 2000. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). *Revista Brasileira de Geociências* 30(4): 145-158.

FIGUEIREDO, F.J. & GALLO, V. 2004. A new Teleost fish from the early Cretaceous of Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Rio de Janeiro, n. Ser. Geologia*, n. 73, 23 p

FIORILLO, A.R. 1988. Aspects of bone modification applied to time resolution in the fossil record: An example from the Miocene of western Nebraska: Current Research in the Pleistocene, v. 5, p. 103–109.

- FIORILLO, A. R.; CURRIE, P. 1994 Theropod teeth from the Judith River Formation (Upper Cretaceous) of South-Central Montana. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Lincoln, V. 14, p. 74-78.
- FRANÇA, M.A.G., LANGER, M.C. 2005. A new freshwater turtle (Reptilia, Pleurodira, Podocnemididae) from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) of Minas Gerais, Brazil. *Geodiversitas*. 27(3):391-411.
- FRANÇA, M.A.G., LANGER, M.C. 2006. Phylogenetic relationships of the Bauru Group turtles (Late Cretaceous of south-central Brazil). *Revista Brasileira de Paleontologia*. 9(3):1-9.
- FRANCO, A. C. 1999. Dentes de teropodomorfos do Cretáceo Superior da Bacia do Paraná: Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura. 113 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- FRANCO-ROSAS, A. C. 2004. Metodologias para identificação taxonômica com base na estrutura dentária, microestrutura do esmalte e microanálises químicas de dentes de Sauropodomorpha, Theropoda e Crocodylomorpha. 182 p. Tese (Doutoramento). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- GAFFNEY, E.S. 1990. The comparative osteology of the Triassic turtle *Proganochelys*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 194:1-263.
- GAFFNEY, E.S., TONG, H., MEYLAN, P.A. 2006. Evolution of the side-necked turtles: the families Bothremydidae, Euraxemydidae, and Araripemydidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 300:1-700.
- GAFFNEY, E.S., MEYLAN, P.A., WOOD, R.C., SIMONS, E., CAMPOS, D.A. 2011. Evolution of the side-necked turtles: the family Podocnemididae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 350:1-237.

- GAYET, M. & BRITO, P.M., 1989. Ichthyofaune nouvelle du Crétacé supérieur du Groupe Bauru (Etats de São Paulo et Minas Gerais, Brésil). *Geobios* 22, 841–847.
- GAYET, M. 1991. Holostean and teleostean fishes from Bolivia. 453-494. In SUAREZ-SORUCO, R. (ed.). *Fosiles y facies de Bolivia, I. Vertebrados*. Revista Técnica de Yacimiento Petroleo Fiscales Bolivianos, 12, 359-718.
- GAYET, M., MEUNIER, F., WERNER, C., 2002. Diversification in Polypteriformes and special comparison with the Lepisosteiformes. *Palaeontology* 45 (2), 361–376.
- HARDER, W. 1975. *Anatomy of fishes*. Part I. Text. Part 2. Figures and plates. Stuttgart. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Pt.1:612 p., Pt.2:132. .
- GRANDE, L. 2010. An empirical synthetic pattern study of gars (Lepisosteiformes) and closely related species, based mostly on skeletal anatomy. The resurrection of Holostei. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication*, 6, 871 p.
- GRANDE, L. & BEMIS, W.E., 1998. A comprehensive phylogenetic study of amiid fishes (Amiidae) based on comparative skeletal anatomy. An empirical search for interconnected patterns of natural history. *Journal of Vertebrate Paleontology* 18 (Supplement 1, Memoir 4), 1–690.
- GOTTFRIED, M.D.; KRAUSE, D.W.1998. First record of gars (Lepisosteidae, Actinopterygii) on Madagascar: late Cretaceous remains from Mahajanga basin. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 18(2). P. 275-279.
- HECKERT, A. B. 2001. The microvertebrate record of the Upper Triassic (Carnian) lower Chinle Group, southwestern USA and the early evolution of dinosaurs. Tese (Doutorado) Albuquerque. Universidade do Novo Mexico.

- HECKERT, A. B. 2004. Late Triassic microvertebrates from the lower Chinle Group (Otischalkian-Adamanian: Carnian), southwestern U.S.A. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin, 27, 170 p.
- HECKERT, A. B., MITCHELL, J. S., SCHNEIDER, V. P., & OLSEN, P. E. 2012. Diverse New Microvertebrate Assemblage from the Upper Triassic Cumnock Formation, Sanford Subbasin, North Carolina, USA. Journal of Paleontology, 86(2), 368-390.
- HENRIQUES, D. D. R., 2006. Sítio fossilífero de Pirapozinho estudo de aspectos tafonômicos através da análise básica e do exame de tomografia computadorizada. Tese de Doutorado da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil
- HILDEBRAND. V., GOSLOW, G.E. Análise da Estrutura dos Vertebrados. São Paulo : Atheneu, 2006, 637p.
- HOLZ M. 1994. Tafonomia de vertebrados - estado da arte e perspectivas para da paleontologia sul-rio-grandense. In: UFRGS, Works. Integ. Geol. Paleo Vert Rs1, Resumo Das Comunicações, 15-16.
- HOLZ M. & BARBERENA M.C. 1989. A Importância da tafonomia para o estudo de vertebrados fósseis. Geol.,4, Acta Geológica Leopoldensia, Publicação Especial 5 29(12):77-92.
- HOLZ, M.; SIMÕES, M.G. 2002. Elementos Fundamentais de Tafonomia. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS. 231
- HOLZ M. & SOARES M.B. 1995. Tafonomia de vertebrados: estado da arte e perspectivas para a paleontologia sul-rio-grandense. Porto Alegre, UFRGS, Série Ciências da Terra, pp. 85-94.



- HUENE, F. 1939. Carta de F. Von Huene ao Dr. Euzébio de Oliveira. *Mineração e Metalurgia* 4:190.
- IORE, F.V.; CARVALHO, I.S. 2009. *Morrinhosuchus luziae*, um novo Crocodylomorpha Notosuchia da Bacia Bauru, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências* 39 (4): 717-725.
- KHAJURIA, C. K., & PRASAD, G. V. R. 1998. Taphonomy of a Late Cretaceous mammal-bearing microvertebrate assemblage from the Deccan inter-trappean beds of Naskal, peninsular India. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 137(1), 153-172.
- KEAR, B. P., RICH, T. H., ALI, M. A., AL-MUFARRIH, Y. A., MATIRI, A. H., AL-MASARY, A. M., & ATTIA, Y. 2009. An Upper Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) actinopterygian fish assemblage from the marginal marine Adaffa Formation of Saudi Arabia. *Cretaceous Research*, 30(5), 1164-1168.
- KELLNER, A.W.A., AZEVEDO, S.A.K., 1999. A new sauropod dinosaur (Titanosauria) from the Late Cretaceous of Brazil. *Natural Science Museum Monographs* 15: 111-142.
- KELLNER, A.W.A., CAMPOS, D.A., 2002. On a theropod dinosaur (Abelisauria) from the continental Cretaceous of Brazil. *Arquivos do Museu Nacional* 60: 163-170.
- KIDWELL S.M., BEHRENSMEYER A.K. 1993. Taphonomic approaches to time resolution in fossil assemblages. *Paleontological Society, Short Courses in Paleontology* 6, 302 p.
- KIDWELL, S. M., & HOLLAND, S. M. (1991). Field description of coarse bioclastic fabrics. *Palaios*, 426-434.

- KISCHLAT, E-E. 1994. Observações sobre *Podocnemis elegans* Suárez (Chelonii, Pleurodira, Podocnemididae) do Neocretáceo do Brasil. *Acta Geologica Leopoldensia*. 39(1):345-351.
- KRIWET, J. (2005). An amioid fish (Neopterygii, Amiiiformes) from the Late Jurassic of the Iberian Peninsula. *Geobios*, 38(1), 99-106.
- KUMAR, K., RANA, R.S. and PALIWAL, B.S. 2005. Osteoglossid and lepisosteid fish remains from the Paleocene Palana Formation, Rajasthan, India. *Palaeontology*, 84(6): 1187-1209.
- LARSON, D. W., CURRIE P.J. 2013. Multivariate Analyses of Small Theropod Dinosaur Teeth and Implications for Paleocological Turnover through Time. *PloS one* 8.1: e54329.
- LEAL, M.E.C. & BRITO, P.M. 2004. The Ichthyodectiform *Cladocycclus gardneri* (Actinopteri:Teleostei) from the Crato and Santana Formations, Lower Cretaceous of Araripe basin, North-Eastern Brazil. *Annales de Paleontologie*, 90: 103-113.
- MAGALHÃES-RIBEIRO, C.M.; SOUTO, P.R.F. 1999. Fragmentos de Cascas de Ovos Fósseis e Coprólitos da Bacia Bauru (Ks): Aplicação na Interpretação Ambiental. *Boletim do VI Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil e II Simpósio sobre El Cretácico de América Del Sur, São Pedro (SP)*. 501-507
- MATIAZZI, W. 2007. Redescrição da anatomia craniana e pós-craniana do fóssil *Bauruemys elegans* (Suárez, 1969) do Cretáceo Superior da Bacia Bauru e seu posicionamento filogenético dentro da Epifamília Podocnemidinura (Testudines, Pelomedusoides). 191p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo.

- MARINHO, T.M.; CARVALHO, I.S. 2009. An Armadillo-Like Sphagesauridae Crocodyliform from the Late Cretaceous of Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 27: 36-41.
- MARTINELLI, A.G. FORASIEPI, A.M. 2004 Late Cretaceous vertebrates from the Bajo de Santa Rosa (Allen Formation), Rio Negro, Argentina, with the description of a new sauropod dinosaur (Titanosauridae) *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 6 (2004), pp. 257–305
- MARTINELLI, A. G., BOGAN, S., AGNOLIN, F. L., RIBEIRO, L. C., CAVELLANI, C. L., FERRAZ, M. L., & TEIXEIRA, V. P. 2012. First fossil record of amiid fishes (Halecomorphi, Amiiformes, Amiidae) from the Late Cretaceous of Uberaba, Minas Gerais State, Brazil. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, 37(1), 105-113.
- MARTIN, R.E. 1999. *Taphonomy, a process approach*. Cambridge Paleobiology Series. Cambridge University Press. United Kingdom. 508p.
- MAY, P.; RESER, P.; LEIGGI, P. 1994. Laboratory preparation: macrovertebrate preparation. *In: LEIGGI, P.; MAY, P. (eds.) Vertebrate Paleontological Techniques: Volume One*. Cambridge University Press.
- MEYLAN, P.A., GAFFNEY, E.S., CAMPOS, D.A. 2009. Caninemys, a new sidenecked turtle (Pelomedusoides: Podocnemididae) from the Miocene of Brazil. *American Museum Novitates*. 3639:1-26.
- MEZZALIRA, S. 1966. Os Fósseis do Estado de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo, Boletim, 45: 132.
- MEZZALIRA, S. 1974. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do Arenito Bauru. Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo, Boletim, 51: 163.

- MILANI, J. E., FRANÇA, A. B.; MEDEIROS, R. A. 2007. Rochas geradoras e rochas-reservatório da Bacia do Paraná, faixa oriental de afloramentos, Estado do Paraná. Boletim de Geociências. Rio de Janeiro: Petrobrás, v.15, n.1, p.135-162.
- NASCIMENTO, P.M.; ZAHER, H. 2010. A New Species of *Baurusuchus* (Crocodyliformes, Mesoeucrocodylia) from the Upper Cretaceous of Brazil, with the First Complete Postcranial Skeleton Described from the Family Baurusuchidae. Papéis Avulsos de Zoologia 50 (21): 323-361.
- NELSON, J.S. 1994. Fishes of the world. 3 ed. J. Wiley & Sons. New York. 600p.
- NOBRE, P.H.; CARVALHO, I.S. 2006. *Adamantinasuchus navae*: A new Gondwanan Crocodylomorpha (Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous of Brazil. Gondwana Research 10: 370-378.
- NOBRE, P.H.; CARVALHO, I.S.; VASCONCELOS, F.M.; NAVA, W.R. 2007a. *Mariliasuchus robustus*, um novo Crocodylomorpha (Mesoeucrocodylia) da Bacia Bauru, Brasil. Anuário do Instituto de Geociências 30: 38-49
- NOBRE, P.H.; CARVALHO, I.S.; VASCONCELOS, F.M.; SOUTO, P.R. 2007b. Feeding Behaviour of the Gondwanic Crocodylomorpha *Mariliasuchus amarali* from the Upper Cretaceous Bauru Basin, Brazil. Gondwana Research 13: 139-145.
- NOVAS, F.E., BORGES RIBEIRO, L.C., CARVALHO, I. DE S., 2005. Maniraptoran theropod ungual from the Marília Formation (Upper Cretaceous), Brazil. Revista del Museo Argentino Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia 7, 31-36.
- OLIVEIRA, G.R., ROMANO, P.S.R. 2007. Histórico dos achados de tartarugas fósseis do Brasil. Arquivos do Museu Nacional. 65(1):113-133.

- OLIVEIRA, G.R. & KELLNER, A.W.A., 2005. Note on a plastron (Testudines, Pleurodira) from the Lower Cretaceous Crato Member, Santana Formation, Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, 63(3):523-528.
- OLIVEIRA, G.R., ROMANO, P.S.R. 2007. Histórico dos achados de tartarugas fósseis do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*. 65(1):113-133.
- PACHECO, J.A., 1913. Notas sobre a geologia do vale do Rio Grande a partir da foz do Rio Pardo até sua confluência com o Rio Paranaíba. Comissão Geográfica Geológica, São Paulo 1, 33-38.
- PAULA E SILVA, F. DE, KIANG, C.H. & CAETANO-CHANG, M.R., 2009. Sedimentation of the Cretaceous Bauru Group in São Paulo, Parana Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 28, 25–39.
- PETERSON, J. E., SCHERER, R. P., HUFFMAN, K. M. 2011. Methods of microvertebrate sampling and their influences on taphonomic interpretations. *Palaios*, 26(2), 81-88.
- PETRA, R.; GALLO, V. 2012 .Tafonomia da paleoictiofauna do Jurássico da Bacia do Parnaíba e comparação bioestratinômica com as bacias da América do Sul e África. In: GALLO, V.; SILVA, H.M.A.; BRITO, P.M.; FIGUEIREDO, F.J. (Eds). *Paleontologia de Vertebrados. Relações entre América do Sul e África*. 151-173
- PIRES-DOMINGUES R.A.; RICCOMINI C.; ZAHER H. & CARVALHO A.B. 2005. Eventos recorrentes de inundações e o registro fossilífero Neocretáceo da região de General Salgado, SP (Formação Adamantina, Bacia Bauru). In: UFRJ In Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, 2, Rio de Janeiro, 2005. *Boletim de Resumos*, Rio de Janeiro, 204.

- PIRES-DOMINGUES, R.A. 2006. Tafonomia da assembléia de quelônios da Formação Presidente Prudente (Maastrichtiano), Bacia Bauru, região de Pirapozinho, Estado de São Paulo, Brasil. Monografia de trabalho de formatura, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 56.
- PIRES-DOMINGUES, R.A.; ZAHER, H.; NASCIMENTO, P.M. & ANELLI, L.E. 2006. Padrões de mortalidade na herpetofauna neocretácica da região de General Salgado SP, Brasil (Formação Adamantina, Bacia Bauru). In: VII Simpósio do Cretáceo do Brasil, I Simpósio do Terciário do Brasil, Serra Negra, 2006. Boletim, Serra Negra, 105-105.
- POL, D. 2003. New remains of *Sphagesaurus huenei* (Crocodylomorpha: Mesoeucrocodylia) from the late Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23(4), 817-831.
- POYATO-ARIZA, F. J. (2004). Palaeoecology of the fishes from the Early Cretaceous lake of Las Hoyas, Cuenca, Spain, with a hypothesis of sexual dimorphism for the chanidae *Rubiesichthys*. *Bulletin of the Kitakyushu Museum of Natural History and Human History, series A (Natural History)*, 3, 153-168.
- POUGH, F. H. A Vida dos Vertebrados. São Paulo: Atheneu, 2006, 798 p.
- PRATT, A. E. 1989. Taphonomy of the microvertebrate fauna from the early Miocene Thomas Farm locality, Florida (USA). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 76(1), 125-151.
- PRICE, L.I. 1945. A new reptile from the Upper Cretaceous of Brazil. *Serviço Geológico Mineralogia* 25: 1-8.
- PRICE, L.I. 1950. On a new crocodylian, *Sphagesaurus*, from the Cretaceous of the state of São Paulo, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 22 (2):77-85.

- PRICE, L.I., 1951. Ovo de dinossauro na Formação Bauru, do estado de Minas Gerais. Notas Preliminares da Divisão de Geologia e Mineralogia 53, 1–7.
- PRICE, L.I. 1953. Os quelônios da Formação Bauru, Cretáceo terrestre do Brasil meridional. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia D.N.P.M. 147:1-34.
- PRICE, L.I. 1955. Novos crocodilídeos dos Arenitos da Série Bauru, Cretáceo do Estado de Minas Gerais. Anais da Academia Brasileira de Ciências 27: 487-498.
- RANA, R. S., AND K. KUMAR. 1990. Late Cretaceous-Early Tertiary fish assemblages from Indian peninsular and Himalayan regions: comments on phylogeny and paleobiogeography; pp. 55-57 in A. Sahni and A. Jolly (eds.), Cretaceous Event Stratigraphy and the Correlation of the Indian Nonmarine Strata. Contributions from the seminar cum workshop I.G.C.P. 216 and 245, Chandrigahr, India.
- RICCOMINI, C. 1997. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, 27(2), 153-162.
- RIXON, A.E. 1976. Fossil animal remains: their preparation and conservation. Athlone Press. University of London.
- ROGERS, R. R., EBERTH, D. A., & FIORILLO, A. R. (Eds.). 2007. Bonebeds: genesis, analysis, and paleobiological significance. University of Chicago Press.
- ROMANO, P.S.R., AZEVEDO, S.A.K. 2006. Are extant podocnemidid turtles relicts of a widespread Cretaceous ancestor? South American Journal of Herpetology. 1(3):175-184.

- ROMANO, P. S. R., & AZEVEDO, S. A. K. 2007. Morphometric analysis of the Upper Cretaceous Brazilian side-necked turtle *Bauruemys elegans* (Suárez 1969)(Pleurodira, Podocnemididae). *Arquivos do Museu Nacional*, 65(4), 395-402.
- ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. *Anatomia Comparada dos Vertebrados*. São Paulo: Atheneu Editora (tradução), 1985, 559 p.
- ROXO, M. D. O. 1936. On a new species of fossil Crocodilia from Brazil, *Goniopholis paulistanus* sp. n. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 8(1), 33-34.
- RUTZKY, I.; ELVERS, W.B.; MAISEY, J.G.; KELLNER, A.W.A. 1994. Chemical preparation techniques. In: LEIGGI, P.; MAY, P. (eds.) *Vertebrate Paleontological Techniques: Volume One*. Cambridge University Press.
- SANKEY, J.T.; BRINKMAN, D.B.; GUENTHER, M.; CURRIE, P.J. 2002. Small theropod and bird teeth from the Late Cretaceous (Late Campanian) Judith River Group, Alberta. *Journal of Paleontology*, Lawrence, n. 76, p. 751-763.
- SANKEY, J. T., & BASZIO, S. 2008. *Vertebrate microfossil assemblages: their role in paleoecology and paleobiogeography*. Indiana Univ Pr.
- SANTOS, R.da S. 1945. Revalidação de *Aspidorhynchus comptoni* Agassiz, do Cretáceo do Ceará, Brasil. *Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas preliminares e Estudos*, Rio de Janeiro, n 29, p. 1-10
- SANTOS, R. da S. 1958. *Leptolepis diasii* novo peixe fóssil da serra do Araripe. *Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas preliminares e Estudos*, Rio de Janeiro, n 108, p. 1-15
- SANTOS, R. da S. 1970. A paleoictiofauna da Formação Santana – Holostei: Família Girodontidae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 42 (3): 445-542.



- SANTOS, R.S., 1984. *Lepisosteus cominatoï* n.sp., da Formação Bauru, Estado de São Paulo, Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 56(2): 197-202.
- SANTOS, R. da S. 1994. *Vinctifer araripinensis* sp.n. da Formação Santana, Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior (Aptiano), NE do Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 66 (1): 85-94.
- SHIPMAN, P. 1981. Life History of a Fossil. An Introduction to Taphonomy and Paleocology. Harvard University Press, 222 pp.
- SMITH, J. B.; DODSON, P. 2003. A proposal for a standard terminology of anatomical orientation in fossil vertebrate dentitions. Journal of Vertebrate Paleontology. Lincoln. V. 23, p. 1-12.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FULFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A.F. 1980. Ensaio de caracterização do Cretáceo no Estado de São Paulo. Rev. Brás. Geoc., 10:177-185
- SUAREZ, J.M., 1969. Um quelônio da Formação Baurú. Congresso Brasileiro de Paleontologia. 23 (1): 167-176.
- SUÁREZ, J.M., 1999. O sítio fossilífero de Pirapozinho, SP. *In*: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edits.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na World Wide Web em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio032/sitio032.htm> (12/02/2011).
- SUÁREZ, J. M. & CAMPOS D. A. 1995. Ostracodes do Cretáceo Superior do Extremo Oeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 14, Uberaba (MG), Brasil.

- SUGUIO, K., FULFARO, V. J., AMARAL, G., & GUIDORZI, L. A. 1977. Comportamentos estratigráfico e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. SBG, Simpósio Regional de Geologia, 1, 231-247.
- WENZ, S. 1989. Iemanjá palma n. g., n. sp., Gyrodontidae nouveau (Pisces, Actinopterygii) du Crétacé Inférieur de la Chapada do Araripe (N. E. du Brésil). *Compte Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, t. 308, série II, p.975-980
- WENZ, S. & BRITO, P.M. 1992. Première découverte de Lepisosteidae (Pisces, Actinopterygii) dans le Crétacé Inférieur de la Chapada do Araripe (NE. du Brésil). Conséquences sur la phylogénie des Ginglymodi. *Compte Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, t. 314, série II, p.1519-1525.
- WILEY, E.O. 1976. The phylogeny and biogeography of fossil and recent gars (Actinopterygii: Lepisosteidae). *University of Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Publ.* 64, p.1-111
- WILSON, L.E. 2008. Comparative Taphonomy and Paleocological Reconstruction of Two Microvertebrate Accumulations from the Late Cretaceous Hell Creek Formation (Maastrichtian), Eastern Montana. *PALAIOS*, 23(5):289-297.
- WILSON, M. V., BARTON, D. G. 1996. Seven centuries of taphonomic variation in Eocene freshwater fishes preserved in varves: paleoenvironments and temporal averaging. *Paleobiology*, 535-542.
- WOOD, J. M., THOMAS, R. G., & VISSER, J. 1988. Fluvial processes and vertebrate taphonomy: the upper cretaceous Judith River formation, south-central dinosaur Provincial Park, Alberta, Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66(1), 127-143.

ZAHER, H.D., LANGER, M.C., FARA, E., CARVALHO, I.S., ARRUDA, J.T., 2003. A mais antiga serpente (anilioidea) brasileira: Cretáceo Superior do Grupo Bauru, General Salgado, SP. *Paleontologia em Destaque* 44, 50-51.

# 11. ANEXOS

## Anexo 1

Holz e Barberena (1989)		Número do mapa-base			
Localidade :		Desenho do Afloramento (perfil lateral)			
Coordenadas NS:					
Coordenadas EW:					
Cota Altitude:					
Tipo de Fóssil :					
Modo tafonômico de ocorrência					
leito de osso (elementos inteiros e fragmentos com denso empacotamento ossos isolados fragmentados ossos isolados inteiros segmentos articulados inteiros segmento articulado do esqueleto esqueleto articulado e bastante completo	Amostra número :	Rocha	Fotos :		
Observações adicionais :	Perfil vertical medido	Direção	Altitude dos ossos longos		
				Tipo de osso	Mergulho

## Anexo 2: Figuras

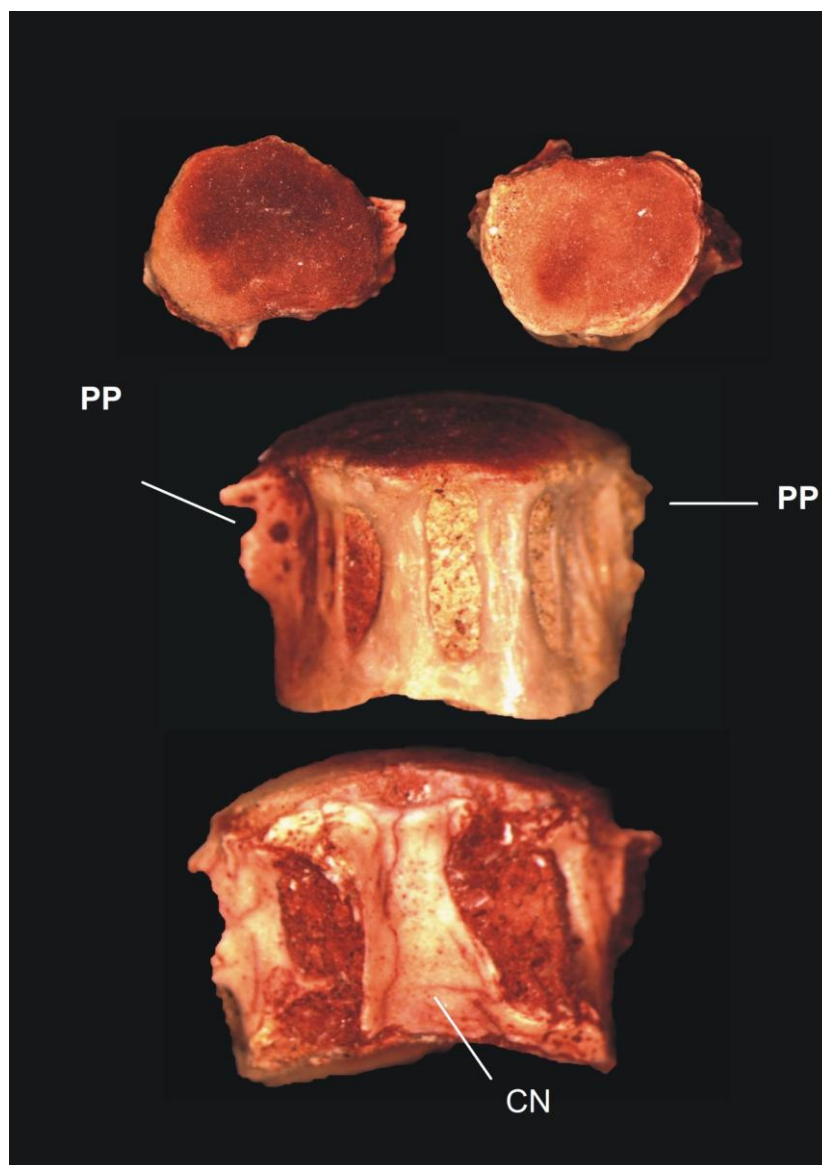


Figura 47: Vértebra 1.

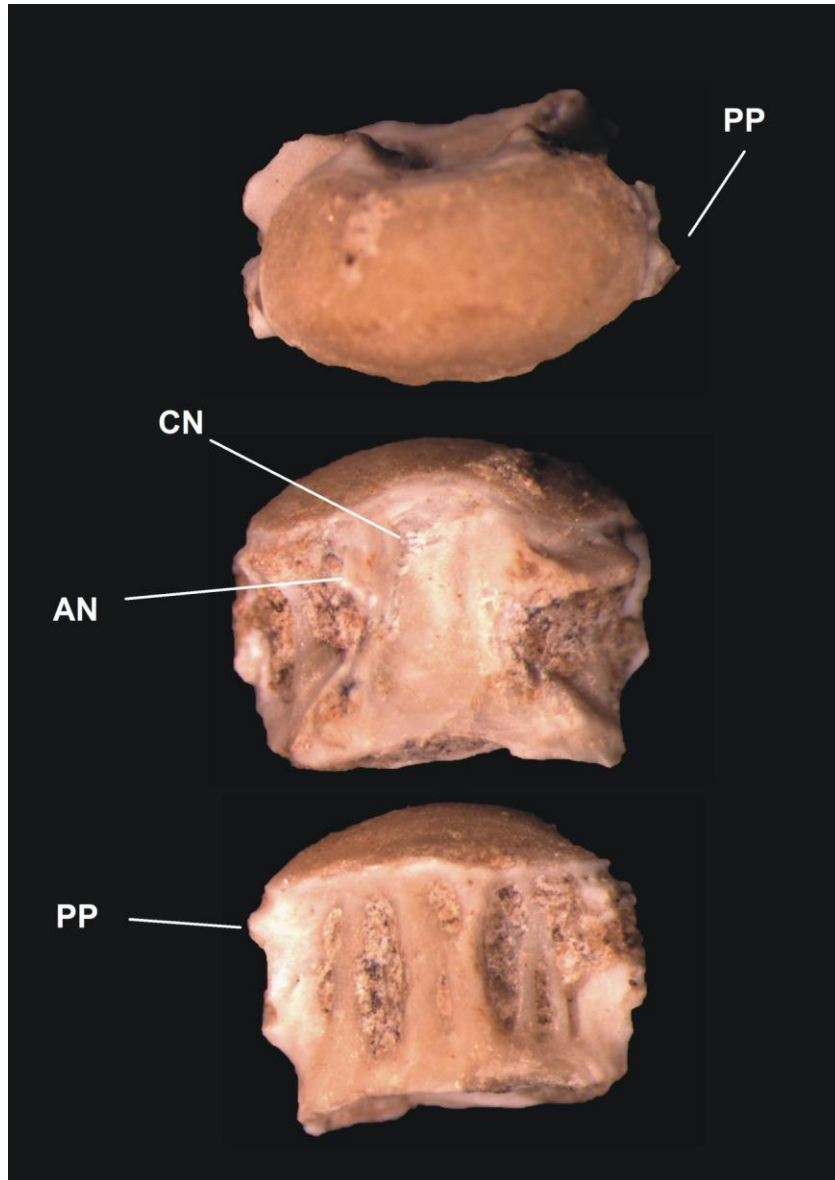


Figura 48: Vértebra 2.

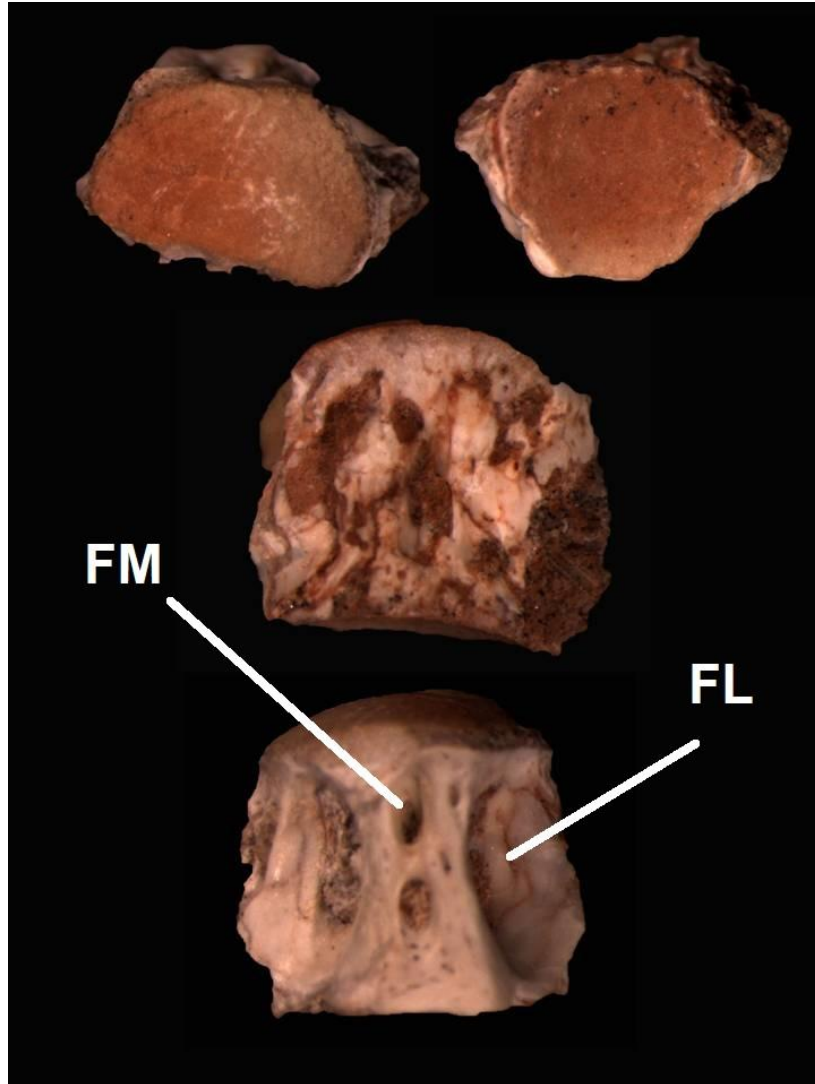


Figura 49: Vértebra 3.

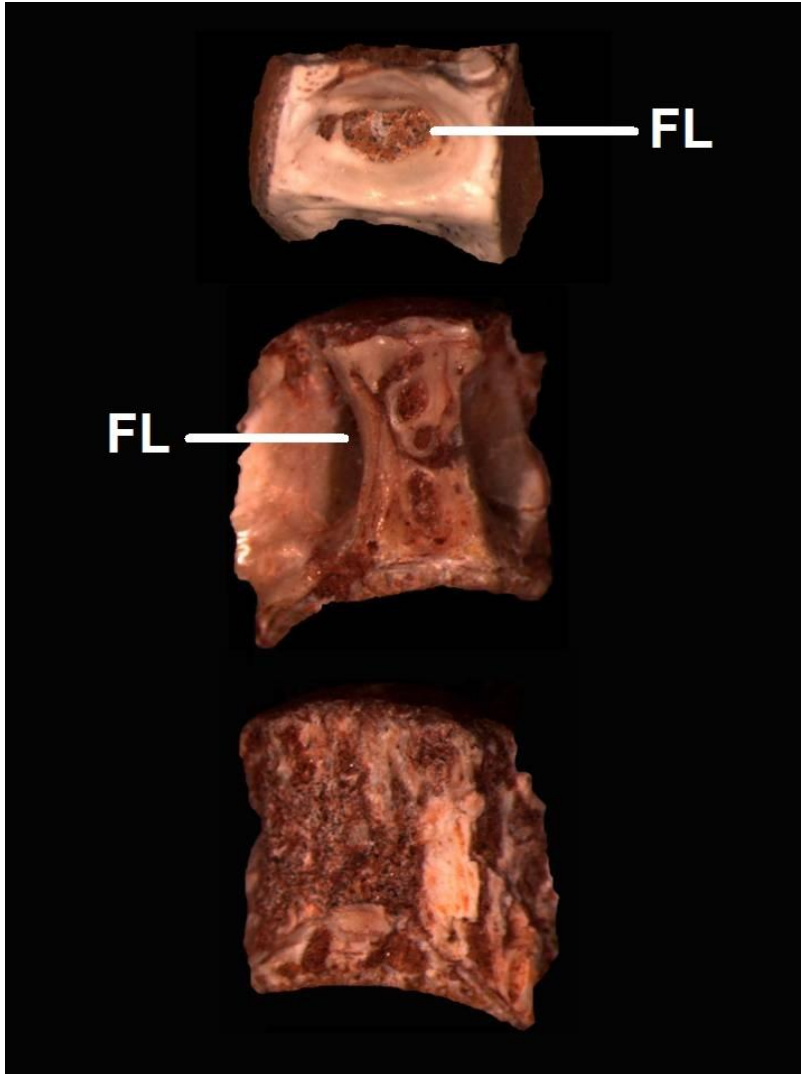


Figura 50: Vértebra 4.



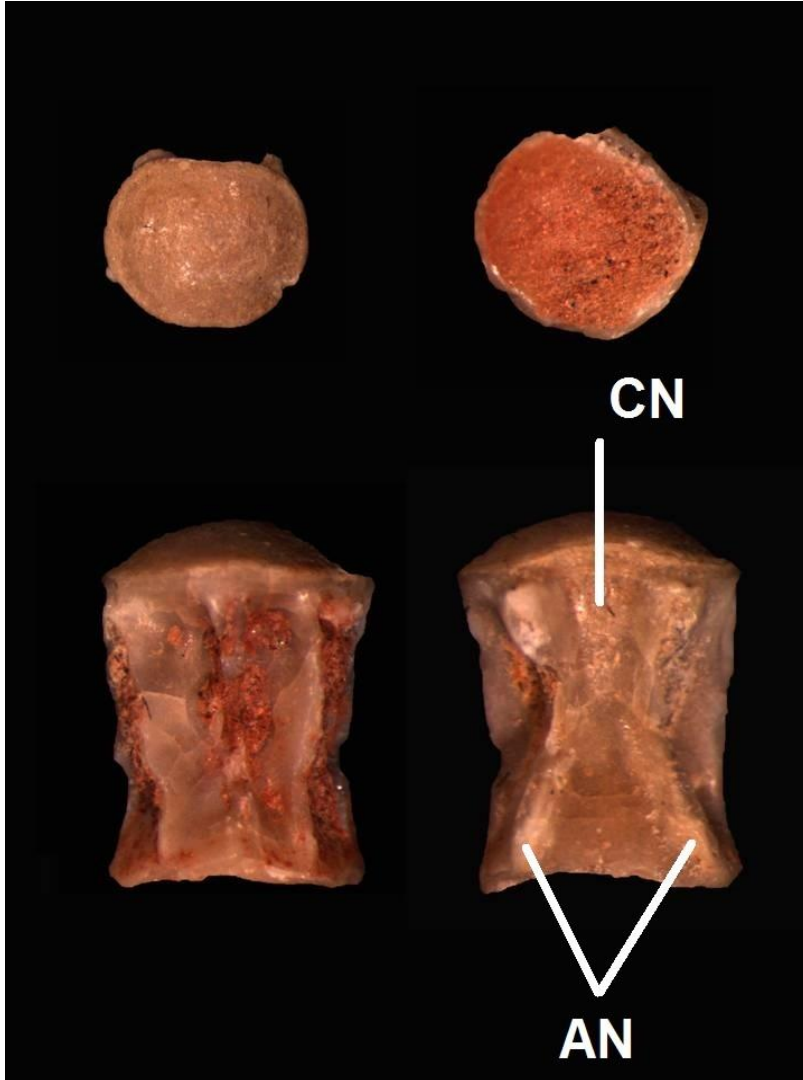


Figura 51: Vértebra 5.

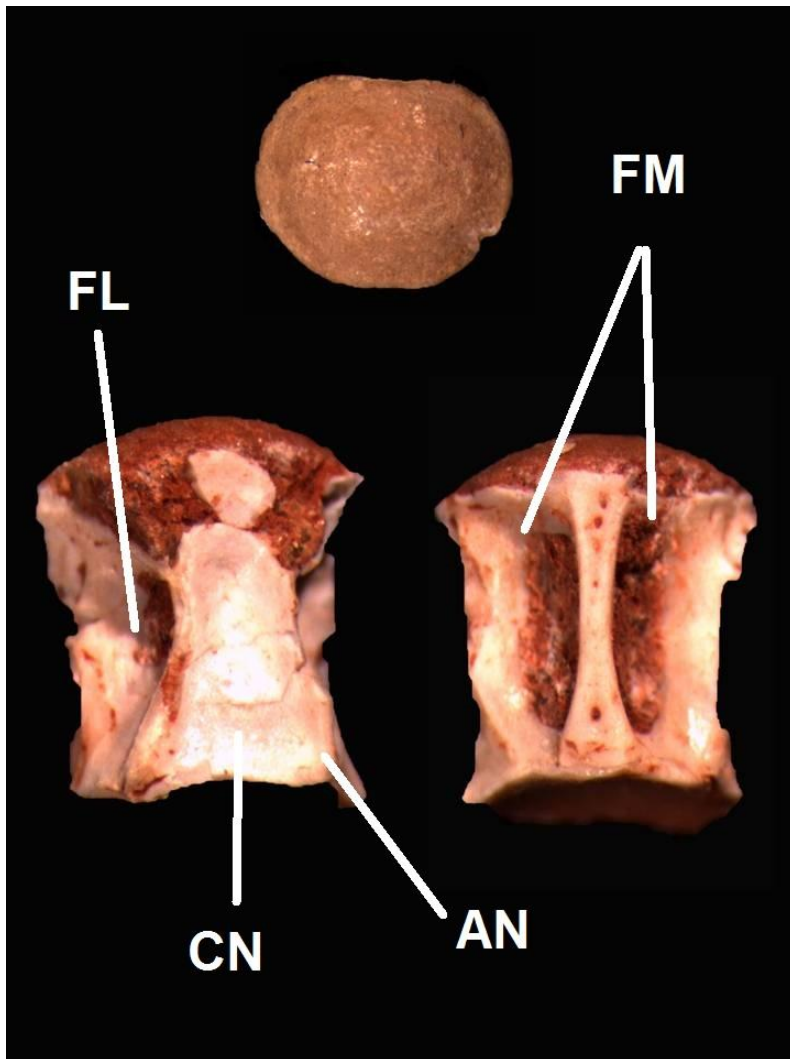


Figura 52: Vértebra 6.



Figura 53: Detalhe dos dentes de *Pepesuchus deiseae*

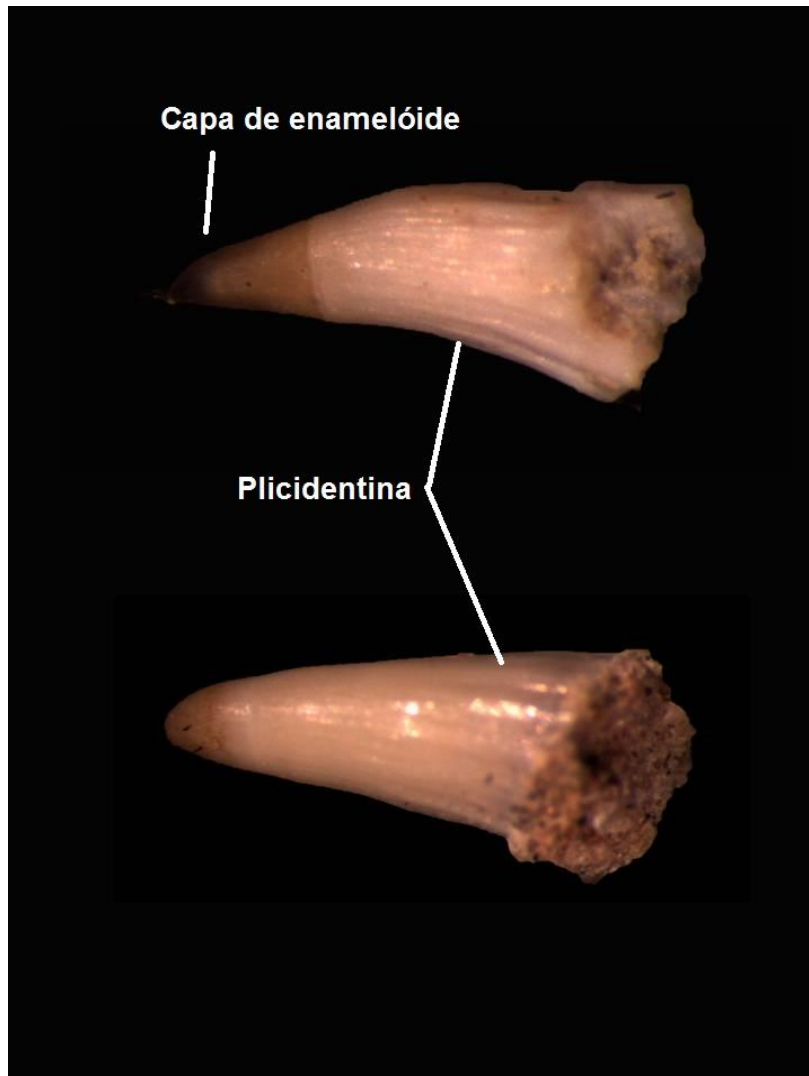


Figura 54: Detalhe da plicidentina dos dentes de Lepisosteidae

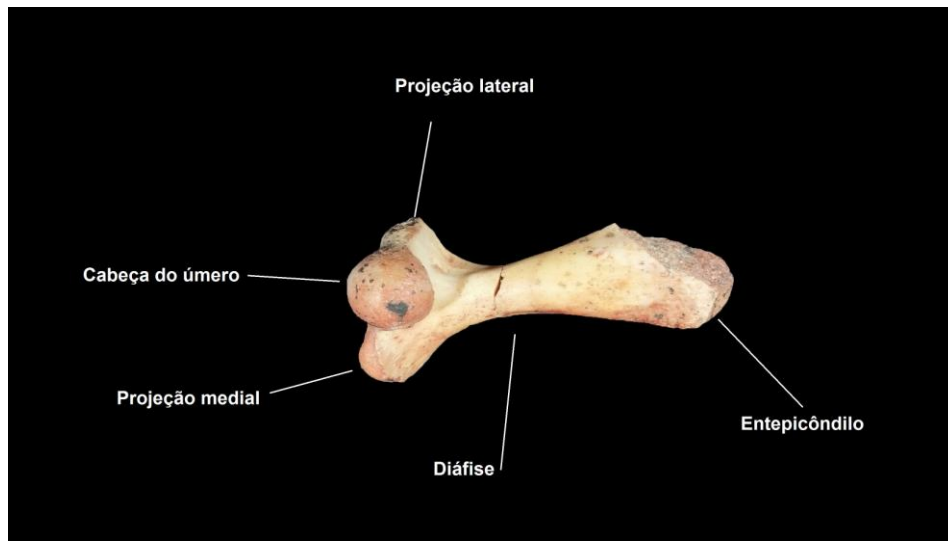


Figura 55: Detalhes do úmero. Vista dorsal

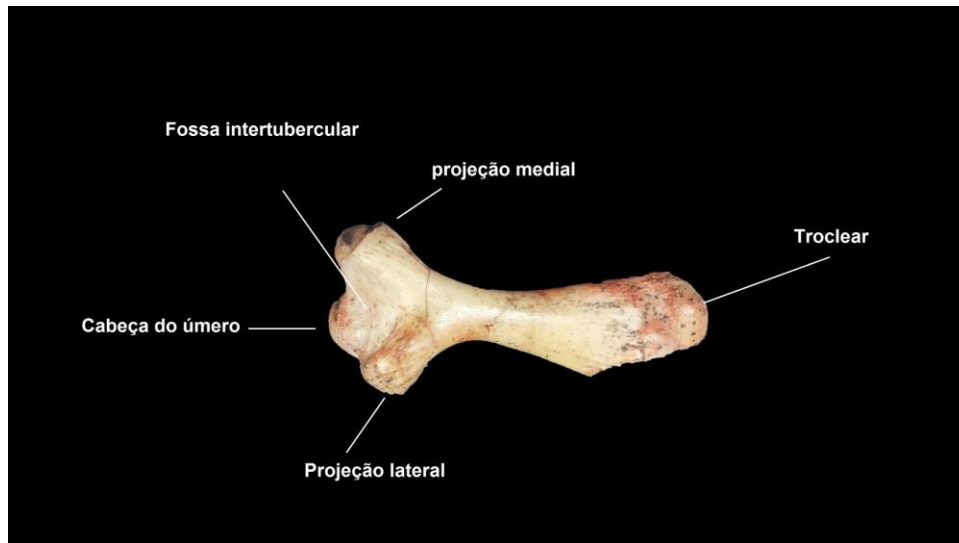


Figura 56: Detalhes do úmero. Vista ventral

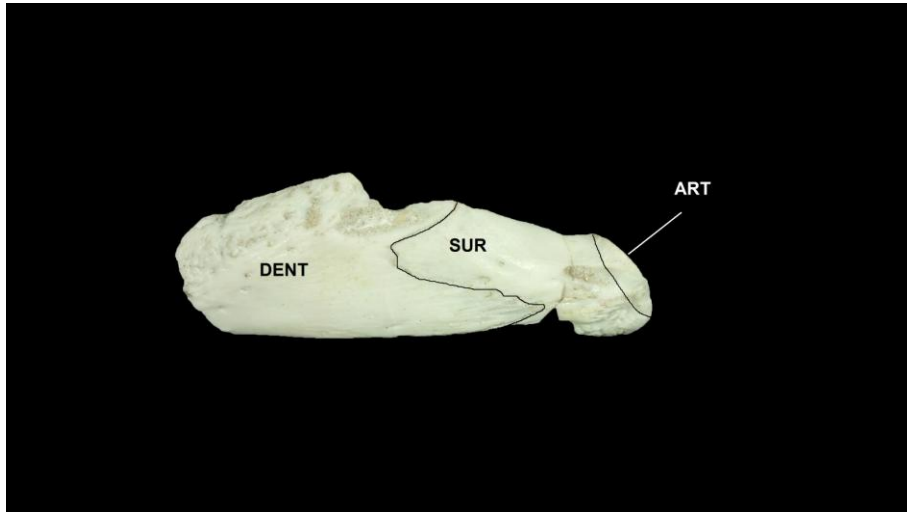


Figura 57: Detalhes da mandíbula. Vista lateral.

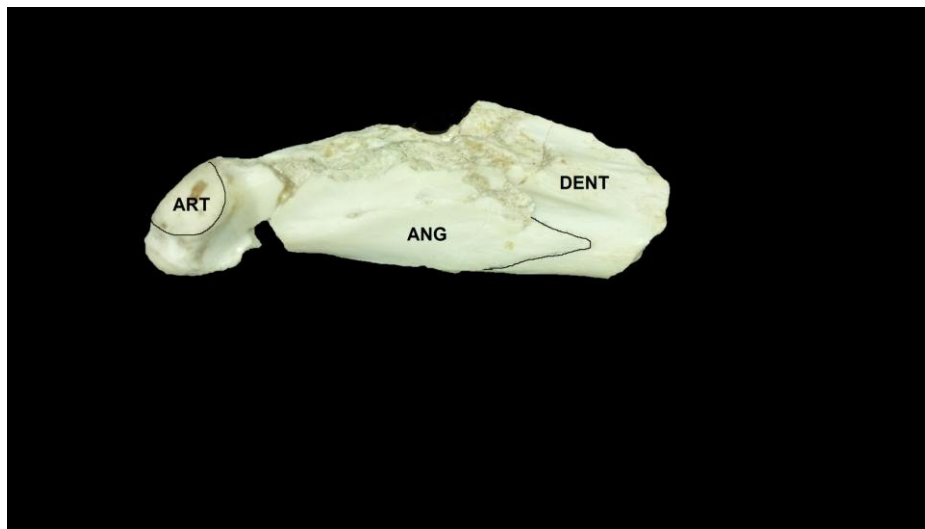


Figura 58: Detalhes da mandíbula. Vista labial

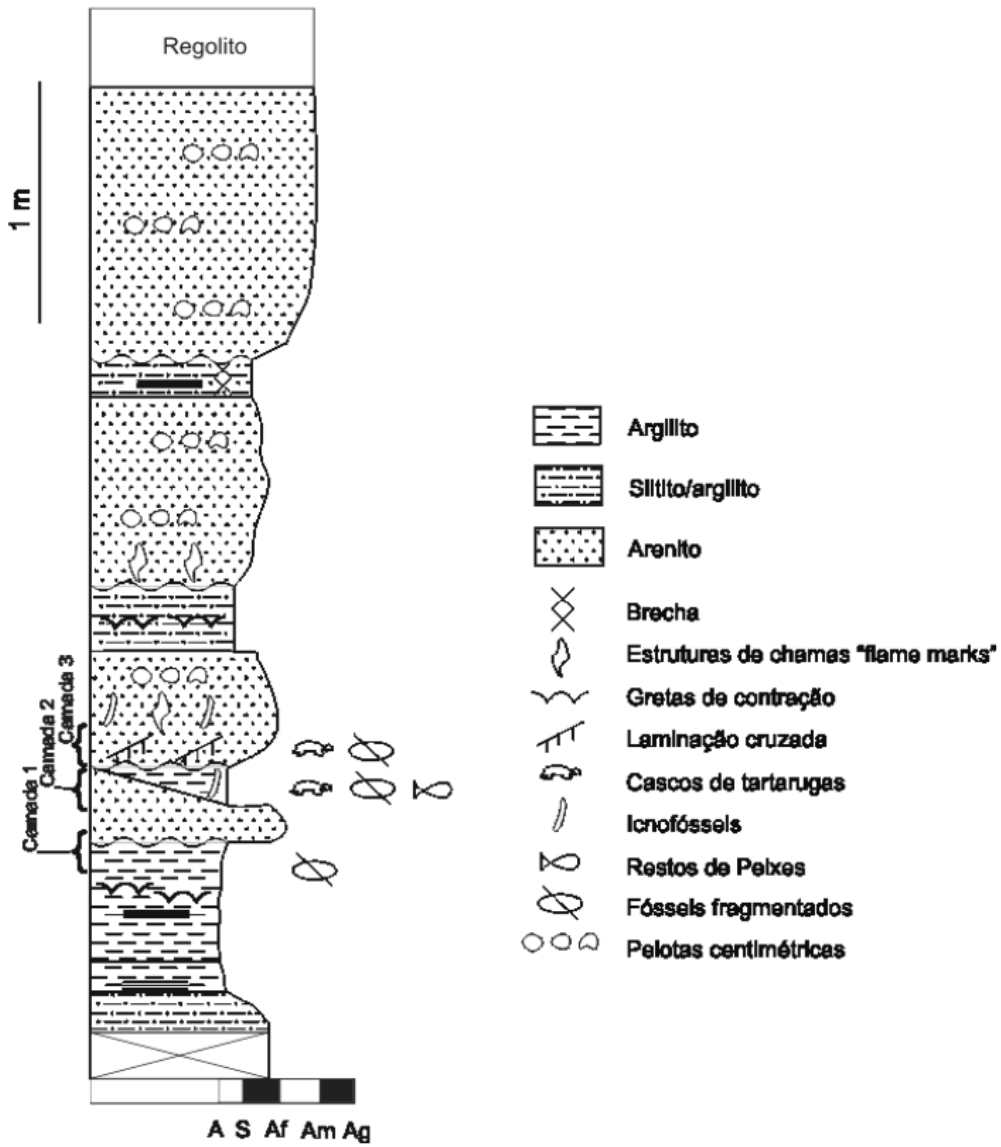


Figura 59: Coluna estratigráfica do afloramento de Pirapozinho. Retirado de Pires-Domingues (2006)