**Número: 433/2011**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**
**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**
**ÁREA DE GEOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**SANDRA APARECIDA SIMIONATO TAVARES**

# FÓSSEIS DO AFLORAMENTO SANTA IRENE, CRETÁCEO SUPERIOR DA BACIA BAURU: INFERÊNCIAS PALEOECOLÓGICAS

Dissertação/Tese apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências.

**Orientadora:** Profa. Dra. Fresia Soledad Ricardi Torres Branco
**Co-orientador:** Prof. Dr. Ismar de Souza Carvalho

**CAMPINAS - SÃO PAULO**
Junho - 2011

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA do I.G. - UNICAMP**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
HELENA FLIPSEN - CRB8/3131 - BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICAMP

T197f

Tavares, Sandra Aparecida Simionato.
Fósseis do afloramento Santa Irene, Cretácio Superior da Bacia Bauru : inferências paleoecológicas / Sandra Aparecida Simionato Tavares. -- Campinas, SP : [s.n.], 2011.

Orientador: Fresia Soledad Ricardi Torres Branco.
Coorientador: Ismar de Souza Carvalho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1.Paleoecologia. 2. Rochas Sedimentares.
I. Ricardi-Branco, Fresia, 1963- II. Carvalho, Ismar de Souza. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em Inglês**: Fossils of outcrop Santa Irene, upper cretaceous Bauru Basin : inferences palaeoecology
**Palavras-chave em Inglês**:
Paleoecology
Rocks, Sedimentary
**Área de concentração:** Paleoecologia
**Titulação:** Mestre em Geociências
**Banca examinadora:**
Fresia Soledad Ricardi Torres Branco [Orientador]
Alexandre Campane Vidal
Marcelo Adorna Fernandes
**Data da defesa:** 27-06-2011
**Programa de Pós-Graduação:** Geociências

UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**
**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS NA**
**ÀREA DE GEOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

**AUTORA:** Sandra Aparecida Simionato Tavares

"Fósseis do Afloramento Santa Irene, Cretáceo Superior da Bacia Bauru: inferências paleoecolológicas".

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. Frésia Soledad Ricardi Torres Branco

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. Ismar de Souza Carvalho

Aprovada em: 27 / 06 / 2011

**EXAMINADORES:**

Profa. Dra. Frésia Soledad Ricardi Torres Branco _____ - Presidente

Prof. Dr. Alexandre Campane Vidal _____

Prof. Dr. Marcelo Adorna Fernandes _____

Campinas, 27 de junho de 2011

*A Paulo Gilberto da Rocha Tavares, meu grande companheiro e incentivador, presente em todos os momentos da minha vida, que com carinho e dedicação mostrou-se compreensivo e paciente diante das renúncias necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa. Sua presença, amor e cuidado foram essenciais para que me mantivesse forte ao longo desta jornada. Além disso, sua paixão pela ciência, sua visão de mundo e percepção peculiar da realidade enriqueceram esta pesquisa e meu desenvolvimento pessoal e profissional.*

*A todos que consideram a Paleontologia um fascinante mundo de descobertas.*

*"A descoberta consiste em ver o que todos viram*
*e em pensar no que ninguém pensou."*

*Albert Szent-Gyorgyi*

**Agradecimentos**

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), ao Instituto de Geociências (IG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio e fomento dados durante o período de formação acadêmica e desenvolvimento da pesquisa que gerou esta dissertação.

À Profª. Dra. Fresia Ricardi Branco, por sua competência e responsabilidade durante todo o caminho da pós-graduação, na qual me orientou e inspirou, ensinando-me sobre dedicação, ética, respeito e autonomia. Agradeço também por seu incentivo, paciência e confiança, compreendendo todas as etapas do meu desenvolvimento. Acreditando em meu potencial, aceitou o desafio de orientar esta pesquisa que em muito engrandeceu minha formação acadêmica e desenvolvimento pessoal.

Ao Prof. Ismar de Souza Carvalho, por abrir as portas do mundo acadêmico ao reconhecer e incentivar minhas potencialidades, e me oferecer uma nova perspectiva de vida. Ao me acolher como uma de suas pesquisadoras, permitiu um novo direcionamento de minha história. Agradeço por me orientar e apoiar em toda esta trajetória. Devo a este professor grande parte do meu conhecimento acadêmico e, sobretudo, o estímulo inicial para os estudos em Paleontologia.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Miloni Santucci, da Universidade de Brasília (UNB), pelo apoio ao longo de todo o processo de construção deste trabalho, acrescentando muito ao meu desenvolvimento como pesquisadora,

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geociências da UNICAMP, especialmente ao Prof. Dr. Giorgio Basilici, pelos conhecimentos transmitidos e disponibilidade em auxiliar-me no curso. Também agradeço ao Prof. Dr. Alexandre Vidal, à Profa. Dra. Eleonore Zulnara Freire Setze e Prof. Dr. Marcelo Adorna Fernandes pela prontidão e solicitude em participar da banca examinadora dessa dissertação.

À direção, secretaria e técnicos administrativos do Instituto de Geociências (IG), especialmente à Valdirene Pinotti, pelo apoio, dedicação, auxílio oferecidos ao longo de toda a pós-graduação.

Ao Museu de Paleontologia de Monte Alto (MPMA) e à Prefeitura Municipal de Monte Alto, que cedeu os exemplares fósseis, aporte teórico e material comparativo utilizado nesta pesquisa. A todos os funcionários, especialmente ao Prof. Antonio Celso de Arruda Campos e ao

Cledinei Ap. Francisco, pela parceria durante todos os anos em que trabalhei nesta instituição. Tal experiência possibilitou meu primeiro contato com o mundo da Paleontologia.

Ao Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price e à Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), especialmente ao geólogo Luis Carlos Borges Ribeiro, pela receptividade e atenção, permitindo o acesso a seu acervo paleontológico.

Ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), sobretudo à Profa. Dra. Rita de Cassia Tardin Cassab, por possibilitar o acesso ao acervo de Crocodyliformes desta entidade, para enriquecimento deste estudo.

Ao geólogo Fábio Branco, pela presença em todas as etapas do desenvolvimento desta pesquisa, acompanhando e auxiliando a construção teórica e empírica deste trabalho.

Ao Dt. Fabiano Vidoi Iori, que desde o início de minha trajetória foi um grande parceiro, incentivando e colaborando em todo o processo de minha formação.

Ao MSc Joseph Sertich, do Department of Anatomical Sciences, Stony Brook University, por ceder imagens de peças dentárias depositadas nesta instituição, além de colaborar com as discussões teóricas e identificação dos Theropodomorphos.

Aos paleoartistas Deverson da Silva “Pepi” e Cirineu por suas obras que ilustraram este trabalho e facilitaram a visualização do ambiente estudado.

Ao Profa. Dra. Silvia Gobbo, Prof. Dr. Felipe Vasconcellos, Prof. Dr. Leonardo Morato, Profa. Me. Karina Garcia, Dr. Thiago Marinho e Me. Aline Ghilardi pelo apoio ao longo de minha trajetória de formação acadêmica.

A Rafael Faria, Melina Souza, Lenita Fioriti, Jean Fanton e Patrick Dal'Bó, da UNICAMP, pelo companheirismo ao longo do desenvolvimento desta pesquisa.

A Hellen Tavares e Fernando Rocha pelas discussões e auxílio nas traduções de artigos utilizados nesta Dissertação.

A Paulo Gilberto da Rocha Tavares, presente em todo o desenvolvimento desta pesquisa, auxiliando nas atividades de campo, laboratórios e nas discussões teóricas, enriquecendo esta pesquisa e meu conhecimento pessoal e profissional.

Àqueles que, mesmo anônimos, tornaram esse trabalho possível, e, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

# BIOGRAFIA

## SANDRA APARECIDA SIMIONATO TAVARES

Desenvolve atividades na área de Paleontologia desde 1997, junto ao Museu de Paleontologia de Monte Alto-SP. Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Araraquara (2006). Desenvolveu o projeto de pesquisa de Mestrado com ênfase no estudo da Paleoecologia de um afloramento da Formação Adamantina, Bacia Bauru, no Programa de Geociências da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP (Mestrado). Tem experiência na área de preparação de fósseis, principalmente, fósseis de vertebrados. Atualmente, além de desenvolver atividades junto ao Museu de Paleontologia de Monte Alto-SP, ministra aulas no Ensino Fundamental no Município de Monte Alto.

**Artigos completos publicados em periódicos**

CARVALHO, I. S. ; VASCONCELLOS, F. M. ; **TAVARES, S. A. S**. . Montealtosuchus arrudacamposi, a new peirosaurid crocodile (Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous Adamantina Formation of Brazil.. Zootaxa (Auckland) JCR, v. 1607, p. 35-46, 2007.

**Capítulos de livros publicados**

**TAVARES, S. A. S**. ; CAMPOS, A. C. A. ; OSSIS, C. ; BRIANI, D. C. ; TAVARES, H. O. R. . O Museu de Paleontologia de Monte Alto como disseminador do conhecimento paleontológico. In: Ismar de Souza Carvalho; Rita de Cassia Tardin Cassab; Cibele Schwanke; Marcelo Araujo Carvalho; Antonio Carlos Sequeira Fernandes; Maria Antonieta da Conceição Rodrigues; Marise Sardenberg Salgado de Carvalho; Mitsuru Arai; Maria Emília Queiroz Oliveira. (Org.). Paleontologia: Cenários de Vida. 01 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2007, v. 02, p. 199-208.

FANTON, J. C. M. ; RICARDI-BRANCO, F. S. ; DILCHER, D. L. ; CAMPOS, A. C. A. ; **TAVARES, S. A. S.** . Macrofóssil inédito de Caytoniales na Formação Crato, Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, NE, Brasil: Estudo Preliminar. In: Ismar de Souza Carvalho; Rita de Cassia Tardin Cassab; Cibele Schwanke; Marcelo Araujo Carvalho; Antonio Carlos Sequeira Fernandes; Maria Antonieta da Conceição Rodrigues; Marise Sardenberg Salgado de Carvalho; Mitsuru Arai; Maria Emília Queiroz Oliveira. (Org.). Paleontologia: Cenários de Vida. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2007, v. 01, p. 177-188.

**Resumos publicados em anais de congressos**

**TAVARES, S. A.** ; Ricardi-Branco, F. ; IODI, F. V. ; TAVARES, P. G. R. ; CAMPOS, A. C. A. . Dentes isolados de Crocodilomorfos da fazenda Santa Irene, Municipio de Monte Alto, SP, Brasil. (Bacia Bauru Formação Adamantina).. In: 7º Congresso Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 2010, Rio de Janeiro. Boletim de resumos. Rio de Janeiro : SBP, 2010. v. 1. p. 66-66.

**TAVARES, S. A.** ; Iori, F.V. ; BRANCO, F. R. -. ; Arruda Campos Anônio C. ; Ricardi-Branco, F. . Dentes isolados de terópodes da Fazenda Santa Irene, município de Monte Alto, SP, Brasil (Bacia Bauru - Formação Adamantina). In: XXI Congresso Brasileiro de Paleontologia, 2009, Belém. Livro de Resumos. Belém : SBP. p. 229-229.

**Tavares Sandra A. S**. ; Ricardi-Branco, F. ; CAMPOS, A. C. A. . Paleoherpetologia dos fósseis da assembléia fossilífera do afloramento Santa Irene no Município de Monte Alto-SP: um importante registro no contexto paleoambiental do Grupo Bauru.. In: Congresso Brasileiro de Herpetologia, 2009, Pirinópolis. Livro de resumos. Pirinópolis : SBP, 2009. p. 1-1.

CARVALHO, I. S. ; VASCONCELLOS, F. M. ; **TAVARES, S. A. S**. . Montealtosuchus: a Peirosauridae (Mesoeucrocodylia) from the Adamantina Formation (Bauru Basin, Brazil), geological contex and chronostratigraphic importance. In: VI Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 2008, Ribeirão Preto. Boletim de Resumos do VI Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados. Ribeirão Preto : Sociedade Brasileira de Paleontologia,, 2008. p. 62-63.

CAMPOS, A. C. A. ; CARVALHO, I. S. ; **TAVARES, S. A. S.** ; IORI, F. V. ; SILVA, D. . O Crocodyliforme Uberabasuchus sp (Peirosauridae): ocorrência na Formação Adamantina (Turoniano-Santoniano), Bacia Bauru, Estado de São Paulo - Brasil. In: 7 Simpósio do Cretáceo do Brasil e 1º Simpósio do Terciário do Brasil, 2006, Serra Negra. Boletim do 7 Simpósio do Cretáceo do Brasil e 1º Simpósio do Terciário do Brasil. Rio Claro : UNESP, 2006. v. 1. p. 30-30.

GHILARDI, R. P. ; D' AGOSTA, F. C. P. D. ; **TAVARES, S. A. S**. ; CAMPOS, A. C. A. . Taphonomy of late Cretaceous freshwater bivalves from Bauru Group, Bauru Basin (Monte Alto County, São Paulo State, Brazil): paleoenvironmental implications. In: International Congress on Bivalvia - Bivalvia, 2006, Barcelona. Scientific Program and Abstractrs. Barcelona : Scientific Program and Abstractrs, 2006. p. 37-37.

CAMPOS, A. C. A. ; CARVALHO, I. S. ; ARRUDA, J. T. ; NOBRE, P. H. ; **TAVARES, S. A. S**. . Significado paleoambiental e paleoclimático de Baurusuchus salgadoensis (Crocodylomorpha, Cretáceo Superior) da Bacia Bauru. In: 2º Congresso Brasileiro de Herpetologia, 2005, Belo Horizonte. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Herpetologia. Curitiba : Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2005. v. 1.

NOBRE, P. H. ; CAMPOS, A. C. A. ; CARVALHO, I. S. ; ARRUDA, J. T. ; **TAVARES, S. A. S**. . Aspectos tafonômicos de Baurusuchus salgadoensis, Crocodylomorpha da Formação Adamantina, Bacia Bauru (Cretáceo Superior), no município de General Salgado - SP. In: 2º Congresso Brasileiro de Herpetologia, 2005, Belo Horizonte. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Herpetologia. Curitiba : Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2005. v. 1.

ARRUDA, J. T. ; CAMPOS, A. C. A. ; VASCONCELLOS, F. M. ; CARVALHO, I. S. ; **TAVARES, S. A. S**. . Novos achados de baurusuquídeos na região de General Salgado (Bacia Bauru, Cretáceo Superior, Brasil. In: 2º Congresso Brasileiro de Herpetologia, 2005, Belo Horizonte. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Herpetologia. Curitiba : Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2005. v. 1.

IORI, F. V. ; CARVALHO, I. S. ; CAMPOS, A. C. A. ; **TAVARES, S. A. S**. ; FRANCISCO, C. A. ; SILVA, D. . Um novo Crocodylomorpha Notosuchia (Bacia Bauru, Cretáceo Superior) do Município de Monte Alto, Estado de São Paulo. In: 9º Simpósio de Geologia do Sudeste, 2005, Niterói. Boletim de Resumos do 9º Simpósio de Geologia do Sudeste. Niterói : Universidade Federal Fluminense, 2005. v. 1. p. 60-60.

CARVALHO, I. S. ; NOBRE, P. H. ; CAMPOS, A. C. A. ; ARRUDA, J. T. ; VASCONCELLOS, F. M. ; **TAVARES, S. A. S**. . Contexto geológico de Baurusuchus salgadoensis (Crocodylomorpha, Cretáceo Superior) da Bacia Bauru, Formação Adamantina. In: 9º Simpósio de Geologia do Sudeste, 2005, Niterói. Boletim de Resumos do 9º Simpósio de Geologia do Sudeste. Niterói : Universidade Federal Fluminense, 2005. v. 1. p. 58-58.

CAMPOS, A. C. A. ; ARRUDA, J. T. ; **TAVARES, S. A. S**. ; CARVALHO, I. S. . Contexto estratigráfico dos Crocodilomorfos Esfagessaurídeos da Formação Adamantina (Bacia Bauru, Cretáceo Superior). In: XIX Congresso Brasileiro de Paleontologia e VI Congresso Latino-Americano de Paleontologia, 2005, Aracaju. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Paleontologia e VI Congresso Latino-Americano de Paleontologia. Aracaju : Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2005. v. 1. p. 1-1.

**Apresentações de Trabalho**

**TAVARES, S. A. S**. . Ação educativa no Museu Paleontologia e a difusão do conhecimento Paleontológico. 2008. (Apresentação de Trabalho/Comunicação).

**TAVARES, S. A. S.** . Reflexões sobre a influência da mídia no fluxo de visitantes ao Museu de Paleontologia de Monte Alto. 2008. (Apresentação de Trabalho/Comunicação).

**TAVARES, S. A. S**. . Museu de Paleontologia: Patrimônio Cultural de Monte Alto. 2008. (Apresentação de Trabalho/Comunicação).

**TAVARES, S. A. S**. ; CAMPOS, A. C. A. ; OSSIS, C. ; BRIANI, D. C. . O Museu de Paleontologia de Monte Alto como disseminador do conhecimento paleontológico. 2007. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

**TAVARES, S. A. S**. ; CAMPOS, A. C. A. ; TAVARES, H. O. R. . A influência dos meios de comunicação no fluxo de visitantes ao Museu de Paleontologia de Monte Alto. 2007. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

**TAVARES, S. A. S.** . Preparação e Restauração de Fósseis. 2008. (Curso de curta duração ministrado/Outra).

**TAVARES, S. A. S**. . Meio Ambiente: conhecer para preservar. 2005. (Curso de curta duração ministrado/Outra).

**Trabalhos – resultado da pesquisa de Mestrado - submetidos para o XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA na cidade de Natal (RN)**

Dentes de Mesoeucrocodylia do afloramento Santa Irene, Cretáceo Superior da Bacia Bauru, Monte Alto – SP.

Ocorrência de carena dupla em dentes de Theropoda do afloramento Santa Irene, Cretáceo Superior da Bacia Bauru, Monte Alto do Estado de São Paulo.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO ..... 1
OBJETIVOS ..... 1
Objetivo Geral ..... 1
Objetivos Específicos: ..... 1
1 CONTEXTO GEOLÓGICO DO AFLORAMENTO SANTA IRENE ..... 2
1.1 Bacia Bauru ..... 2
1.2 Afloramento Santa Irene ..... 5
2 OS FÓSSEIS DO AFLORAMENTO SANTA IRENE ..... 7
3 Materiais e Métodos ..... 12
3.3 Comparação com amostras de outros acervos ..... 16
4 THEROPODA ..... 17
4.1 Descrição dos dentes de Theropoda do Afloramento Santa Irene ..... 18
4.1.1 MPMA-12-00D1-97 ..... 19
4.1.2 MPMA-12-00D2-97 ..... 20
4.1.3 MPMA-12-00D3-97 ..... 21
4.1.4 MPMA-12-00D4-97 ..... 22
4.1.5 MPMA-12-00D5-97 ..... 23
4.1.6 MPMA-12-00D6-97 ..... 24
4.1.7 MPMA-12-00D7-97 ..... 25
4.1.8 MPMA-12-00D8-97 ..... 26
4.1.9 MPMA-12-00D9-97 ..... 27
4.1.10 MPMA-12-0D10-97 ..... 28
4.1.11 MPMA-12-0D11-97 ..... 29
4.1.12 MPMA-12-0D12-97 ..... 30
4.1.13 MPMA-12-0D13-97 ..... 31
4.1.14 MPMA-12-0D14-97 ..... 32
4.1.15 Dentes excluídos da pesquisa ..... 32
4.1.16 Presença de carenas duplas ..... 32
4.2 Análise Sobre os Dentes de Theropoda ..... 34
5 CROCODYLIFORMES ..... 37
5.1 Notossuquídeos ..... 38
5.2 Baurusuquídeos ..... 39

5.3 Peirossaurídeos ..... 40
5.4 Trematochampsideos ..... 41
5.5 Goniopholídeo ..... 42
5.6 Descrição dos dentes de crocodiliformes do Afloramento Santa Irene ..... 43
5.6.1 MPMA-12-0D19-97 ..... 43
5.6.2 MPMA-12-0D20-97 ..... 44
5.6.3 MPMA-12-0D21-97 e MPMA-12-0D22-97 ..... 45
5.6.4 MPMA-12-0D23-97 ..... 46
5.6.5 MPMA-12-0D24-97 ..... 47
5.6.6 MPMA-12-0D25-97 ..... 48
5.6.7 MPMA-12-0D26-97 ..... 49
5.7 Discussão Sobre Dentes de Crocodyliformes ..... 50
6 INFERÊNCIAS PALEOECOLÓGICAS ..... 54
6.1 Tafonomia ..... 54
6.4 Diagênese dos Fósseis ..... 60
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 64
ANEXO I ..... 69
ANEXO II ..... 70
ANEXO III ..... 71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa Geológico da Bacia Bauru (modificado de Paula e Silva *et al.,* 2003). .....3

Figura 1.2 Localização do Afloramento Santa Irene, S21º19'13,3'' – W48º35'0,9", município de Monte Alto. .....4

Figura 1.3 Perfil geológico do afloramento Santa Irene .....6

Figura 2.1 Fósseis de *Aeolosaurus* do afloramento Santa Irene coletados nos anos de 1997 – 1998. A e B – fêmures e vértebras caudais no afloramento; C e D – fêmur e vértebras caudais expostos no Museu de Paleontologia de Monte Alto – SP. Fotografias do acervo do Museu de Paleontologia de Monte Alto (MPMA).....7

Figura 2.2 Disposição dos fósseis de *Aeolosaurus* no afloramento Santa Irene. (Imagem cedida por Rodrigo Santucci, 2010). .....8

Figura 2.3 Cladograma apresentando as relações filogenéticas para os principais grupos de dinossauros. (Modificado de Benton, 1990). .....9

Figura 2.4 Exemplares analisados neste estudo no momento em que foram encontrados. Fotográfias do acervo do Museu de Paleontologia de Monte Alto (MPMA). .....10

Figura 2.5 A- Bloco de rocha contendo icnofóssil. B- Destaque com aplicação de água para melhor identificação. Barra de escala=5cm. .....11

Figura 3.1 A e B- Momentos da escavação no afloramento Santa Irene em 1998; B- registra o último dia da escavação; C e D- visitas no afloramento Santa Irene em 2010. Nas fotos B e D, as setas indicam o mesmo local. .....12

Figura 3.2 Medidas utilizadas para análise dos dentes de arcossauros. A- Altura da coroa (ALT); B- número dos dentículos por milímetro (DPM); C- comprimento e desenho da seção basal transversal (FABL). Barra de escala A e C = 2mm; B= 200 μm .....14

Figura 3.3 - De A até N, MPMA12-00D1-97 a MPMA12-0D14-97 consecutivamente. Dentes de terópodes envolvidos na pesquisa antes da preparação em laboratório; O- Microscópio binocular; P e Q- equipamentos utilizados na aplicação de insulina em diabéticos. Barra de escala: A, B,C, D, E, F, G,H, I= 5mm; J, K, L, M, N= 1mm. .....15

Figura 4.1 Reconstituição demonstrando dinossauros terópodes. Arte: Deverson da Silva (Pepi). .....17

Figura 4.2 A - Vista geral face lingual do exemplar MPMA-12-00D1-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D - Formato retangular do dentículo da carena anterior; E- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; F- Inclinação da carena posterior; G e H- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, E, G e H = 2mm; F= 5mm; B, C, D = 500 μm. .....19

Figura 4.3 A- Vista geral face lingual do exemplar MPMA-12-00D2-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D - Inclinação da carena posterior; E- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; F e G- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A,D e E= 5mm; F e G = 2mm; B, C= 500 μm. .....20

Figura 4.4 A-Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D3-97; B e D – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; C - E Formato subquadrangular do dentículo da carena anterior e posterior respectivamente; F- Inclinação da carena posterior; G - Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; H e I Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, F e G= 5mm; H e I = 2mm; B, C, D e E = 200 μm. .....21

Figura 4.5 A - Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D4-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D- Inclinação da carena posterior; E - Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; F e G - Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala A, D e E= 5mm; F e G = 2mm; B e C = 500 μm. .....22

Figura 4.6 A-Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D5-97; B e D – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; C e E- Formato do dentículo da carena posterior e anterior; F- Inclinação da carena posterior; G- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; H e I- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, F e G= 5 mm; H e I = 2 mm; B, C, D e E = 500 μm. .....23

Figura 4.7 A-Vista geral face lingual do exemplar MPMA-12-00D6-97; B e D – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; C - Formato quadrangular do dentículo da carena anterior; E- Inclinação da carena posterior; F- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; G e H- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, E e F= 5mm; G e H = 2mm; B, C e D = 500 μm. .....24

Figura4.8 A-Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D7-97; B e D – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; C- E - Formato quadrangular do dentículo da carena anterior e retangular da carena posterior; F- Inclinação da carena posterior; G- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; H e I Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, F, G= 5mm; H e I = 2mm; B, C, D e E = 500 μm. .....25

Figura 4.9 A-Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D8-97; B- Detalhes dos dentículos da carena posterior; C- Inclinação da carena posterior; D- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; E e F- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, C e D= 5mm; E e F = 2mm; B= 1mm. .....26

Figura 4.10 A-Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-00D9-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D– Inclinação da carena posterior; E e F- Visão frontal dos dentículos da carena posterior G e H- Desenho da seção transversal basal (FABL). A, E, F, G e H barra de escala = 2mm; B, C, D, barra de escala = 500 μm. .....27

Figura 4.11 A-Vista geral da face labial do exemplar MPMA-12-0D10-97; B- Inclinação da carena posterior. C- Vista geral face lingual. D-Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual. Barra de escala: A, B, C e D = 2mm. .....28

Figura 4.12 A -Vista geral da face labial do exemplar MPMA-12-0D11-97; B - Inclinação da carena posterior. C- Vista geral face lingual. D -Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual. E e F- Desenho da seção transversal basal (FABL). A, B, C, D, E, F barra de escala = 2mm. .....29

Figura 4.13 A-Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D12-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D – Formato subquadrangular do dentículo da carena anterior; E- Inclinação da carena posterior; F- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; G e H- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, E, F, G e H barra de escala = 2mm; B, C e D = 200 μm. .....30

Figura 4.14 A-Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D13-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D- Inclinação da carena posterior; E- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; F e G- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, D, E, F E G = 2mm; B e C = 200 μm. .....31

Figura 4.15 A-Vista geral da face labial do exemplar MPMA-12-0D14-97; B- Inclinação da carena posterior; C- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual. Barra de escala: A, B e C = 2mm. .....32

Figura 4.16 A- vista geral da carena anterior do exemplar MPMA-12-00D1-97; B- vista da carena dupla; C- Detalhe dos dentículos que formam a carena dupla.Barra de escala: A= 2mm; B, C = 5mm. .....33

Figura 4.17 A- vista geral da carena anterior MPMA-12-0D12-97; B- vista da carena dupla; C- Detalhe dos dentículos que formam a carena dupla.Barra de escala: A e B= 5mm; C=1mm. .....33

Figura 4.18 Variedades no desenho da seção basaldos dentes de Theropoda. Exemplares: A- MPMA-12-00D1-97, B- MPMA-12-00D2-97, C- MPMA-12-00D3-97, D- MPMA-12-00D5-97, E- MPMA-12-00D6-97, F- MPMA-12-00D4-97, G- MPMA-12-00D9-97, H- MPMA-12-00D8-97, I- MPMA-12-00D7-97, J- MPMA-12-0D13-97, K- MPMA-12-0D12-97, L- MPMA-12-0D11-97. Barra de escala= 2 mm. .....35

Figura 4.19 Variedades no formato dos dentículos de Theropoda.Exemplares: A- MPMA-12-00D1-97, B- MPMA-12-00D2-97, C- MPMA-12-00D3-97, D- MPMA-12-00D5-97, E- MPMA-12-00D6-97, F- MPMA-12-00D4-97, G- MPMA-12-00D9-97, H- MPMA-12-00D8-97, I- MPMA-12-00D7-97, J- MPMA-12-0D13-97, K- MPMA-12-0D12-97. Barra de escala: A, B, C, D, E= 500μm; F, I, J e K = 200μm; G=2mm; H=1mm. .....36

Figura 4.20 A- CPP-0002, B- CPP-150, E- CPP-0242, F- CPP-207 – exemplares de Peirópolis MG; C, D e G- exemplares do Department of Anatomical Sciences, Health Sciences Center T8-040, Stony Brook University. Barra de escala: A, B, E= 2mm; F= 1mm. .....36

Figura 5.1 A- Material dentário de Sphagesaurus huenei DGM-332-R; B- Maríliasuchus amarali (UFRJ-DG 50R); C- Adamantinasuchus navae (UFRJ-DG 107R); D- Maríliasuchus robustus (UFRJ-DG 56R); E- Sphagesaurus montealtensis )MPMA-15-1/90; F- Morrinhosuchus luziae (MPMA-07-0009-01); G e H - Armadillosuchus arrudai (UFRJ-DG 303R e MPMA-64-0001-04). Barra de escala: A, E e G=5mm; B= 20mm; C e D= 1cm; F e H= 2cm. .....38

Figura 5.2 A- *Baurusuchus pachecoi* (DGM-229-R) (Fotografia de Antonio Celso de Arruda Campos); B- *Stratiotosuchus maxhechti* (URC R.73); C e D *Baurusuchus salgadoensis* (MPMA-62-0001-02). Barra de escala: A, B e D-5cm; C-10cm. .....39

Figura 5.3 A- Peirosaurus tormini (DGM-433 R); B- Uberabasuchus terrificus (CPPLIP-630), C e D- Montealtosuchus arrudacamposi (MPMA-16-0007-04). Barra de escala: B e C – 5cm; D- 2cm. .....40

Figura 5.4 A e B- *Itasuchus jesuinoi* (DGM- 434R) (Fotografias de Fabiano Vidoi Iori). Barra de escala: A=10cm; B= 2cm. .....41

Figura 5.5 A, B e C- Dentes de *Goniopholis paulistanus* (DGM-258R e DGM-259R). Barra de escala: A= 2mm.....42

Figura 5.6 A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D19-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- inclinação da face lingual; D- Detalhe dos sulcos formados por estrias longitudinais descontínuas; E e F- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, E e F = 5mm; D= 500μm. .....43

Figura 5.7 A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D20-97; B e E- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D- Detalhe dos sulcos formados por estrias longitudinais descontínuas; F e G- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, F e G = 5mm; D= 500μm e E= 2mm. .....44

Figura 5.8 A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D21-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial MPMA-12-0D21-97; C- Vista geral da face labial MPMA-12-0D21-97; D- Vista geral da face lingual MPMA-12-0D22-97; E- Vista geral da face labial MPMA-12-0D22-97. Barra de escala A, B, C, D e E= 5mm.....45

Figura 5.9 A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D23-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D e E-Detalhe dos sulcos formados por estrias longitudinais descontínuas; F e G- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, F e G = 5mm; D e E= 500μm. .....46

Figura 5.10 A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D24-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D e E- Detalhe dos bordos serrilhados; F e G- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, F e G = 5mm; D= 500μm; E= 100μm. .....47

Figura 5.11 A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D25-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D- Detalhe dos bordos

serrilhados; F e G- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, H e G = 5mm; D, E e F= 500μm. .....48

Figura 5.12 A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D26-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D e E- Detalhe dos bordos serrilhados; F e G- Detalhe dos sulcos formados por estrias longitudinais ao longo da carena. H e I – Desenho da seção basal transversal. Barra de escala: A, B, C, H e I = 5mm; D, E, F e G= 500μm. .....49

Figura 5.13 Desenho da seção basal. A- exemplar MPMA-12-0D19-97; B- exemplar MPMA-12-0D25-97; C- exemplar MPMA-12-0D26-97; D – exemplar MPMA-12-0D20-97, E- exemplar MPMA-12-0D23-97; F- exemplar MPMA-12-0D24-97. Barra de escala= 5mm. .....50

Figura 5.14 Cladograma apresentando as relações filogenéticas para os principais grupos de Crocodyliformes. (BUSCALIONI *et. al.,* 2004). .....52

Figura 5.15 Comparação entre os exemplares de Crocodyliformes. A- exemplar MPMA-12-0D19-97; B- exemplar MPMA-12-0D20-97; C- exemplar MPMA-12-0D21-97; D- exemplar MPMA-12-0D23-97; E- exemplar MPMA-12-0D24-97; F- exemplar MPMA-12-0D25-97 e G- exemplar MPMA-12-0D26-97. Barra de escala = 5mm .....53

Figura 6.1 – Resumo das etapas da análise tafonômica, visando a reconstituição desde a morte até o soterramento de um organismo (modificado HOLZ & SIMÕES, 2002). .....55

Figura 6.2 Esqueleto de vaca em estágio intermediário de desarticulação. Os ossos do crânio e dos membros já estão desarticulados, mas a coluna vertebral ainda se mantém firmemente conectada. Fonte: *www.ufrgs.br/paleodigital/Tafonomia2.html* .....56

Figura 6.3 Fóssil coletado nos arredores do afloramento Santa Irene, dentro da Fazenda Santa Irene, demonstrando exposição às intempéries (fissuras). .....56

Figura 6.4 Elefantes no deserto da Namíbia. Fonte: http://www.viajaraafrica.com.ar/wp-content/uploads/2011/03/elefantes-en-Namibia.jpg.....58

Figura 6.5 Elefante em um ambiente úmido. O mesmo pode ter ocorrido com o *Aelosaurus.* Modificado de *http://lh5.ggpht.com/_tStF_giuMZA/RuPZh_AewKI/AAAAAAAAAm8/oL0HASCLJ1M/23140018.JPG*.....59

Figura 7.1 Reconstituição do afloramento Santa Irene. Elaborada por Deverson da Silva (Pepi). 62

Figura 7.2 Reconstituição do afloramento Santa Irene. Elaborada por Cirineu Colontonio.....63

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**
**Pós-Graduação em Geociências**

FÓSSEIS DO AFLORAMENTO SANTA IRENE, CRETÁCEO SUPERIOR DA BACIA BAURU: INFERÊNCIAS PALEOECOLÓGICAS

## RESUMO

**Dissertação de Mestrado**

**Sandra Aparecida Simionato Tavares**

O Afloramento Santa Irene tem sido considerado um dos mais significativos da Bacia Bauru, na Formação Adamantina, pela abundancia e boa conservação de fósseis associados ali encontrados, como dentes isolados de arcossauros carnívoros associados a fósseis de um dinossauro saurópode herbívoro. Os fósseis foram coletados nos anos de 1997 e 1998, na área rural do Município de Monte Alto - SP, e hoje compõem parte do acervo do Museu de Paleontologia de Monte Alto. Os dentes isolados de tal afloramento são o principal material de estudo deste trabalho, que, acrescidos a outros dados obtidos através da análise das feições bioestratinômicas e geológicas da região, permitiram tecer uma interpretação paleoecológica para o Afloramento Santa Irene. Foram analisados vinte e seis exemplares de dentes de arcossauros carnívoros, sendo dezoito deles enquadrados como Theropoda e oito como elementos dentários pertencentes aos Crocodyliformes. Os dentes de Theropoda se distinguem daqueles de Crocodyliformes por serem os primeiros mais achatados lateralmente, além de apresentarem serrilhas. Foi possível constatar que quatorze dos dezoito exemplares classificados dentro da Subordem Theropoda apresentam características pertencentes à Ceratosauria, família *Abelisauridae*, e Maniraptora, família Dromaeosauridae. A coleção de dentes de Crocodyliformes coletados no afloramento Santa Irene consiste de oito exemplares em geral cônicos, com estriamento ao longo da carena, podendo ou não apresentar bordos serrilhados e seção basal arredondada, sendo possível classificá-los dentro da família Trematochampsidae. Os fósseis articulados e com pouco desgaste do *Aeolosaurus* indicam um soterramento parcial logo após a morte ou ainda na fase de destruição de seus elementos não esqueléticos. A observação do afloramento e do seu entorno permitiu deduzir que a região apresentava rios, possivelmente, entrelaçados com deposição sazonal de sedimentos e períodos de estabilidade com a formação de solos incipientes. Durante os períodos interdeposicionais e de formação do solo, nota-se a ocorrência da precipitação de minerais, dando origem à formação de calcretes, resultado de períodos secos marcantes. O afloramento Santa Irene representa a deposição de rios que formavam barras arenosas, nas quais diversos grupos de animais buscavam água e alimento. Conclui-se que estes animais habitavam ou transitavam por aquele ambiente, pois não há sinais de que os fósseis tenham sido transportados até o local no qual foram coletados, mas sim que a carcaça do Aeolosaurus serviu de alimentação para outros animais no local de sua morte. Desta forma, o material analisado permitiu a reconstituição de um retrato impar de um ecossistema a muito extinto.

**Palavras-chave:** Paleoecologia, Tafonomia, Dentes de Arcossauros Carnívoros, Bacia Bauru

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**
**Pós-Graduação em Geociências**

FOSSILS OF OUTCROP SANTA IRENE, UPPER CRETACEOUS BAURU BASIN: INFERENCES PALAEOECOLOGY

***ABSTRACT***

**Master's Dissertation**

**Sandra Aparecida Simionato Tavares**

The Santa Irene outcrop has been considered one of the most significant of the Bauru Basin, in the Adamantina formation, because of abundance and good preservation of associated fossils found there, as isolated teeth of carnivorous archosaurs associated with fossils of a herbivorous sauropod dinosaur. The fossils were found in 1997 and 1998, in rural areas of the city of Monte Alto - SP, and today compose the collection of the Museum of Paleontology of Monte Alto. The isolated teeth from this outcrop is the main material of this paper, which, together with other data obtained by analysis of biostratonomic and geological features of the region, allowed to make a paleoecological interpretation of the outcrop Santa Irene. Twenty-six copies of teeth of carnivorous archosaurs were analyzed, eighteen of them being classified as Theropodomorpho and eight teeth as belonging to Crocodyliformes. The teeth of Theropodomorpho can be distinguished from those to be the first Crocodyliformes as they are more flattened laterally, besides having serrations. It was found that fourteen of the eighteen specimens classified within the suborder Theropoda fit the characteristics belonging to Ceratosauria, family Abelisauridae and Maniraptora, family Dromaeosauridae. The collection of Crocodyliformes teeth collected from the outcrop Santa Irene consists of eight copies generally conical, with streaking along the keel, presenting or not serrated edges and rounded basal section, being possible to classify them within the family Trematochampsidae. The articulated and with little wear fossils of Aeolosaurus indicate a burial soon after death or during the destruction of its non-skeletal elements. The observation of the outcrop and its surroundings allow deducing that the region had braided rivers with seasonal sediment deposition and periods of stability with the formation of incipient soils. During no deposicional intervals periods and soil formation, can be noted the occurrence of precipitation of minerals, giving rise to the formation of calcrete, result of striking dry periods. The outcrop of St. Irene was formed by rivers that formed sand bars, in which various groups of animals tried to find food and water. It can be deduced that these animals lived or transited through that environment, because there is no evidence that the fossils were transported to the location in which they were collected, but that the Aeolosaurus remains served as food for other animals at his death location. Thus, the analyzed material allowed the reconstitution of an unique portrait of an ecosystem to long extinct.

**Keywords:** Paleoecology, Taphonomy, Teeth Carnivores Archosaurs, Bauru Basin

## INTRODUÇÃO

Escavações paleontológicas realizadas no município de Monte Alto, estado de São Paulo, têm revelado significativas informações para o entendimento paleoambiental de depósitos cretácicos da Bacia Bauru, especificamente, da Formação Adamantina. Uma das mais interessantes assembléias fossilíferas da região é o afloramento Santa Irene, que possui uma quantidade expressiva de fósseis bem preservados, que se apresentam associados, como dentes isolados de arcossauros carnívoros a partes do pós-crânio de um *Aeolosaurus* (dinossauro saurópode herbívoro) e também a presença de icnofósseis.

Ainda que não seja comum encontrar no município de Monte Alto, dentes isolados, ou seja, sem a presença da pré-maxila, maxila e mandíbula, no afloramento Santa Irene foram coletados nos anos de 1997 e 1998, vinte seis (26) coroas dentárias. Os dentes isolados da Fazenda Santa Irene, compõe um dos objetos de estudo deste trabalho, que, acrescidos a dados obtidos através da análise das feições bioestratinômicas e geológicas da região permitiram uma interpretação paleoambiental para o afloramento Santa Irene.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Elaborar uma interpretação paleoecológica a partir da associação de fósseis do afloramento Santa Irene.

### Objetivos Específicos:

- Descrever e classificar os dentes arcossauros;
- Aprofundar o estudo sobre a paleofauna de vertebrados e invertebrados (icnofósseis);
- Elaborar uma interpretação paleoecológica para a associação faunística presente no afloramento Santa Irene;
- Ampliar, através de feições tafonômicas, o entendimento do paleoambiente em que se depositaram os sedimentos neste local;
- Recolher dados geológicos para aprimorar o conhecimento da Bacia Bauru.

# 1 CONTEXTO GEOLÓGICO DO AFLORAMENTO SANTA IRENE

## 1.1 Bacia Bauru

A Bacia Bauru foi formada durante a abertura do Oceano Atlântico, no início do Cretáceo Inferior, a partir de um amplo fendilhamento crustal que se deu no Gondwana, extrudindo basaltos (Formação Serra Geral) e marcando o fim da sedimentação na Bacia do Paraná. Cessados os derrames no Cretáceo Superior, algum tempo decorreu até que sedimentos oriundos das bordas alçadas pudessem acumular-se no centro-sul da Plataforma Sul-Americana, em uma depressão pós-gonduânica, resultante de subsidência termo-mecânica, formando a Bacia Bauru (Fernandes & Coimbra, 1996) **(Figura 1.1)**.

A região de Monte Alto apresenta uma altitude de aproximadamente 750 metros, situando-se no Planalto de Monte Alto, porção mais elevada da Serra do Jabuticabal, formada por rochas sedimentares do Grupo Bauru, que apresenta encostas convexas de pouco aclive constituindo o seu topo; sua borda é marcada por escarpas verticais a subverticais, que formam paredões que atingem dezenas de metros de altura. Nas baixadas, morros testemunhos se sobressaem na topografia. A base se desfaz gradativamente em depósitos colunares e aluvionares de pequena expressão (Iori, 2008).

Na região de Monte Alto ocorrem duas unidades litoestratigráficas: as formações Adamantina e Marília. A Formação Adamantina aflora em praticamente toda a área de ocorrência do Grupo Bauru, estando recoberta parcialmente pela Formação Marília no compartimento centro oriental da bacia (Paula e Silva *et al.,* 2003). A Formação Adamantina representa um pacote rochoso amplamente oxidado, extensamente distribuído, de arenitos feldspáticos finos a muito finos, com intercalações de siltitos argilosos e argilitos/folhelhos cinzentos ou esverdeados. É interpretada como de ambientes lacustre e fluvial da depressão Bauru (Dias Brito *et al.,* 2001).

Segundo Dal' bó & Basilici (2010), a região de Monte Alto é caracterizada por um regime climático semi-árido, devido à preponderância dos carbonatos nos horizontes de paleossolo (*Aridisol*). O afloramento Santa Irene está situado em rochas do Cretáceo Superior na Bacia Bauru, Formação Adamantina do Grupo Bauru, a oeste de Monte Alto – SP e, segundo Bertini *et al.* (1999), constitui-se de arenitos fluviais avermelhados do topo da Formação Adamantina (Campaniano–Maastrichitiano) **(Figura 1.2)**.

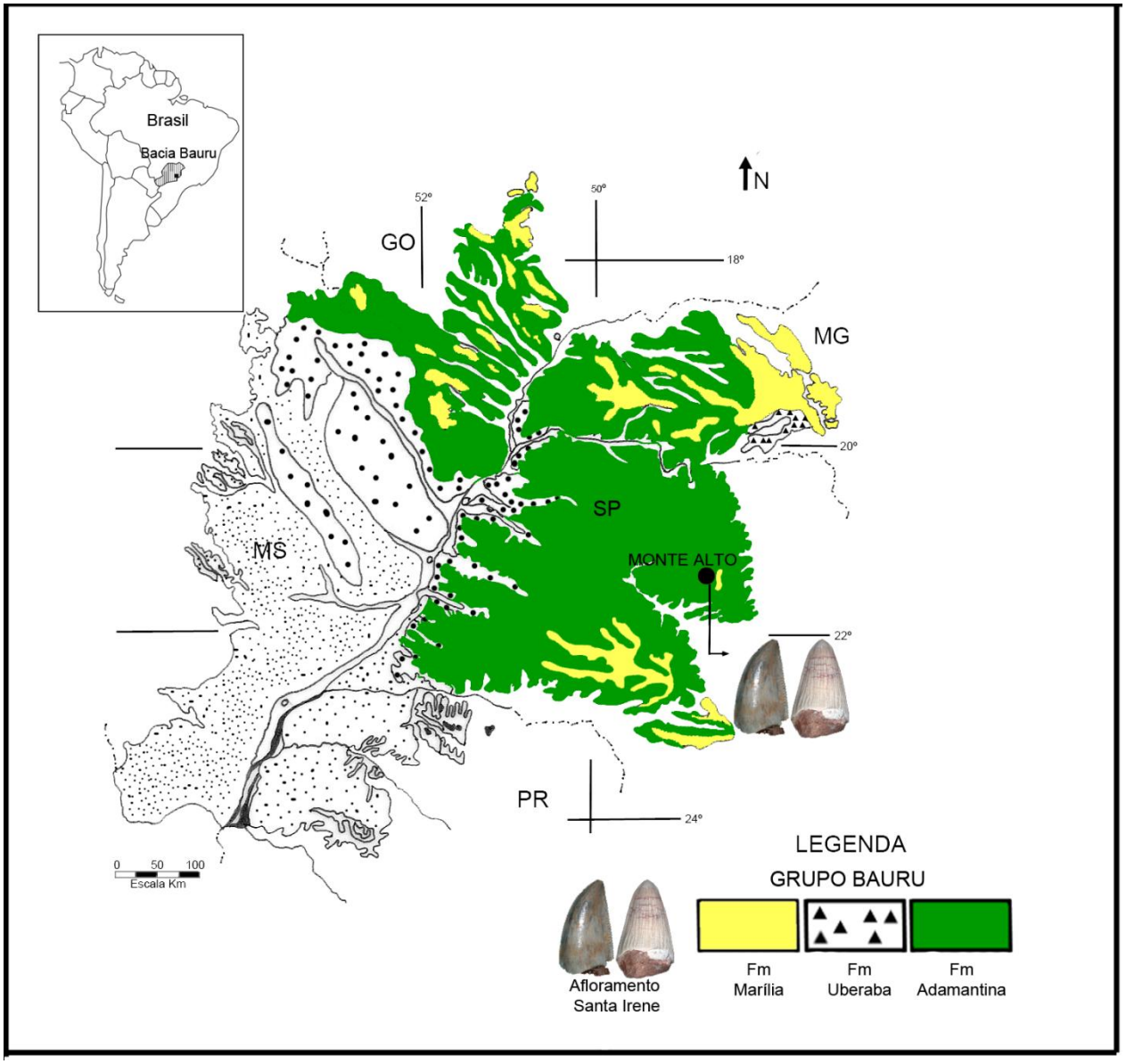



**Figura 1.1** Mapa Geológico da Bacia Bauru (modificado de Paula e Silva *et al.,* 2003).

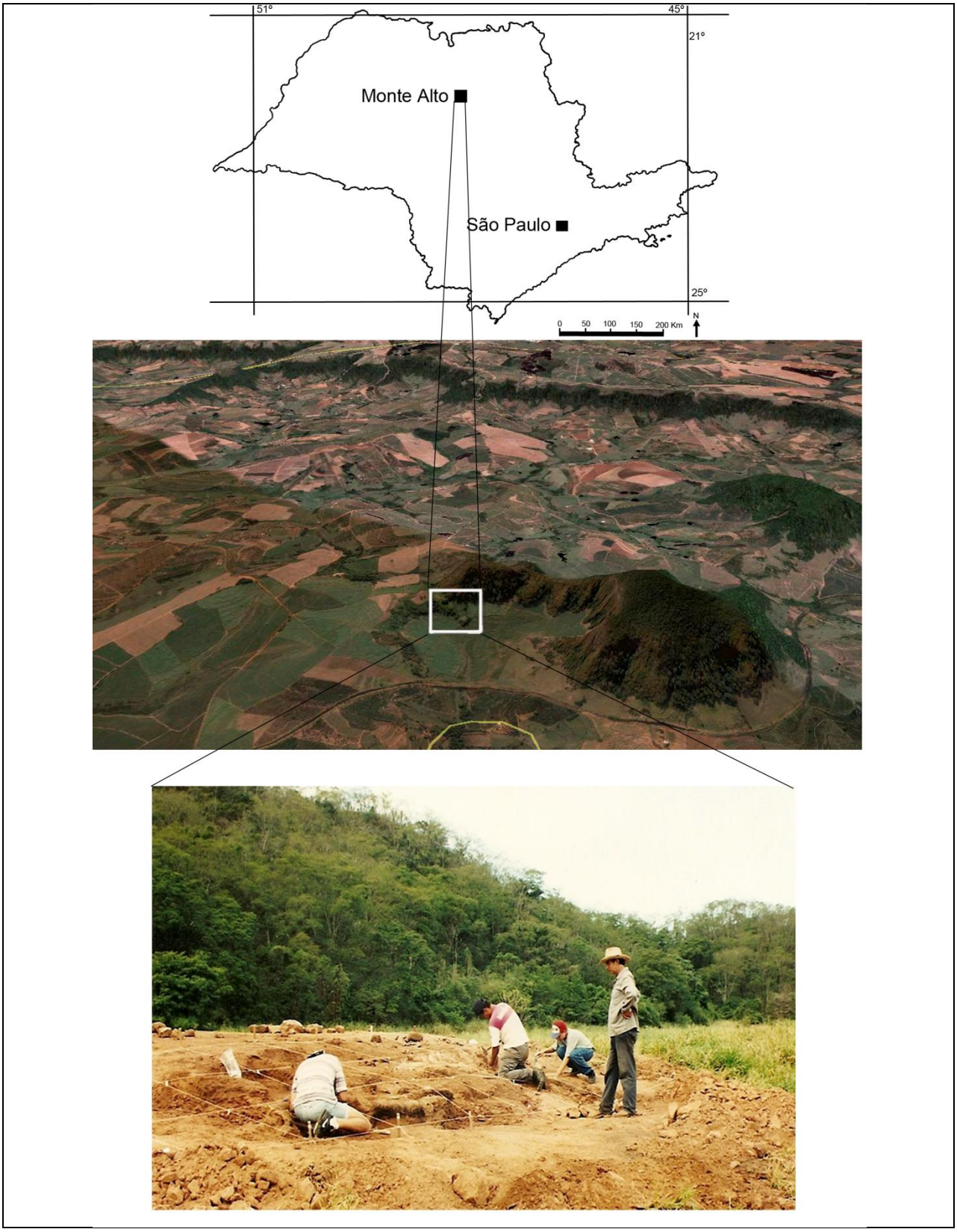



**Figura 1.2** Localização do Afloramento Santa Irene, S21º19’13,3’’ – W48º35’0,9”, município de Monte Alto.

## 1.2 Afloramento Santa Irene

A assembléia fossilífera estudada possui como referência as coordenadas geográficas S21°19'13,3" e W48°35'0,9", e localiza-se em uma propriedade particular denominada Fazenda Santa Irene, no Município de Monte Alto, Estado de São Paulo (**Figura 1.2**). O perfil geológico do local (**Figura 1.3**) apresenta de 0 m até 3m a sequência é caracterizada por um intervalo basal constituído por arenitos médios a grossos, com tubos e pelotas de argila milimétricas a subcentimétricas. De 3 a 6 metros, a sequência é composta por arenitos médios com pelotas de argila milimétricas, além concreções e tubos esparsos. Neste intervalo foram encontrados, fósseis articulados de *Aelosaurus* associados com dentes isolados de dinossauros terópodes e Crocodilyformes. O contato entre o primeiro e segundo nível é abrupto. Dos 6 a 10 metros, a sequência exibe a presença de pacotes de estratos tabulares e lenticulares de arenitos finos que gradam para siltitos, geralmente com calcretes no topo e concreções carbonáticas que podem ser interpretados como ciclos de deposição associados a depósitos de barras arenosas, semelhantes aos de um sistema fluvial entrelaçado. Na porção superior, associados aos siltitos, encontram-se indicações de paleossolos, indicado pela presença de icnofósseis de invertebrados. De 10 a 11 m, essa porção é caracterizada por arenitos médios com forte cimentação carbonática e estratificações plano paralelas sub-horizontais milimétricas e intercalações de siltitos afossilíferos. Apresenta contatos abruptos com os pacotes adjacentes. De 11 a 16 m, esse intervalo é composto por arenitos médios friáveis que para o topo gradam para siltitos arenosos. De 16 a 18 m, foi observada uma secção composta de arenitos médios a finos com presença de concreções carbonáticas, tubos e pelotas de argila milimétricas distribuídos de forma esparsa. Ocorrem associados fragmentos de arcossaurios e moluscos com as valvas articuladas. De 18 a 23 m, essa porção apresenta ciclos de arenito médio com níveis de calcrete. Em direção ao topo as concreções de carbonato de cálcio aumentam.

A observação do afloramento e do seu entorno permite inferir que a região apresentava, à época de sua deposição, rios com deposição sazonal de sedimentos e períodos de estabilidade com a formação de solos incipientes. Durante os momentos de formação do solo, nota-se a ocorrência da precipitação de carbonato, dando origem à formação de calcretes, resultado de períodos mais secos.

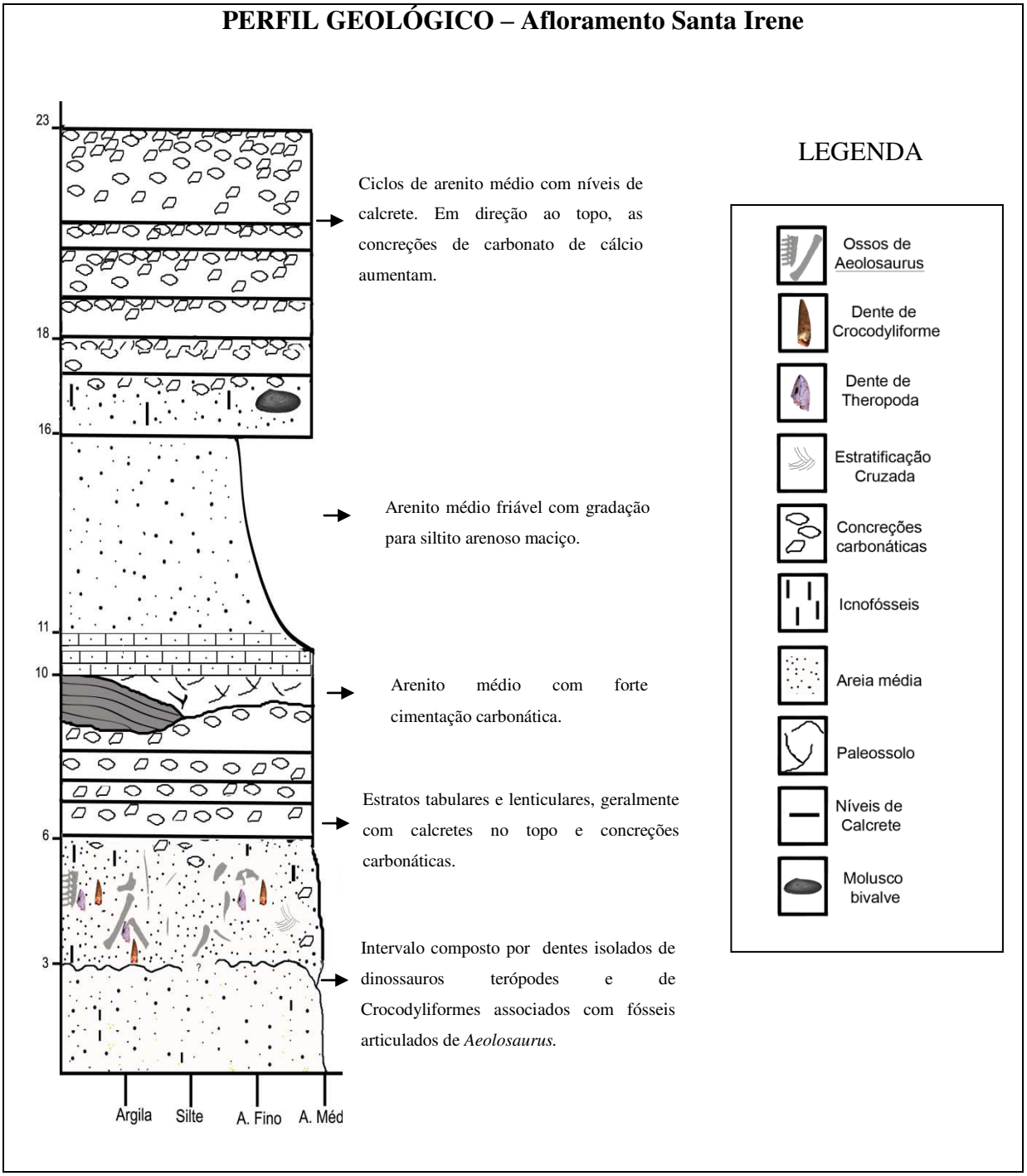



**Figura 1.3** Perfil geológico do afloramento Santa Irene

## 2 OS FÓSSEIS DO AFLORAMENTO SANTA IRENE

Os fósseis do afloramento Santa Irene foram coletados entre os anos de 1997 e 1998. Segundo Santucci (2005), grande parte dos fósseis coletados pertence ao pós-crânio de *Aeolosaurus.* O conjunto pertencente ao pós-crânio de *Aeolosaurus* trata-se de duas vértebras cervicais, seis vértebras caudais anteriores e suas respectivas hemapófises, duas vértebras caudais posteriores e respectivas hemapófises, fragmentos de costelas, úmero, dois fêmures e vários outros fragmentos indeterminados **(Figuras 2.1 e 2.2** ).

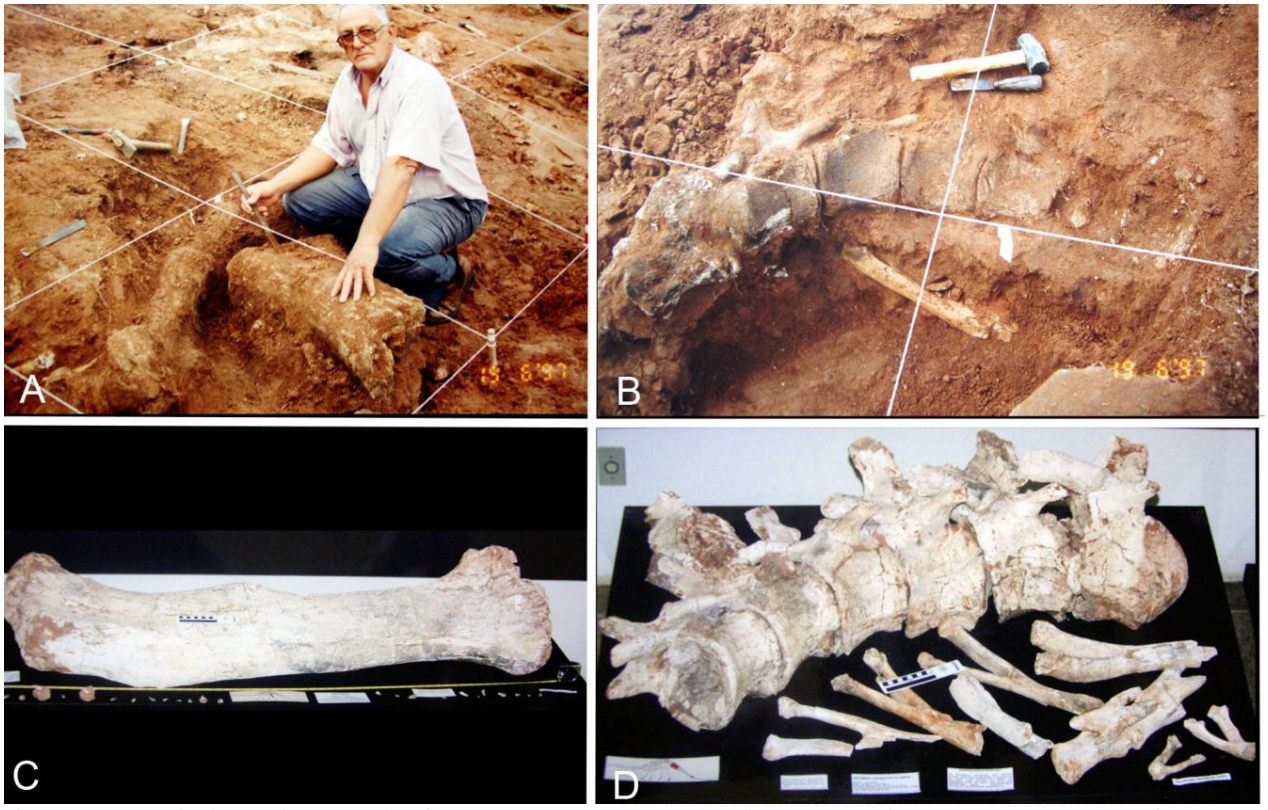



Figura 2.1 Fósseis de *Aeolosaurus* do afloramento Santa Irene coletados nos anos de 1997 – 1998. A e B – fêmures e vértebras caudais no afloramento; C e D – fêmur e vértebras caudais expostos no Museu de Paleontologia de Monte Alto – SP. Fotografias do acervo do Museu de Paleontologia de Monte Alto (MPMA).

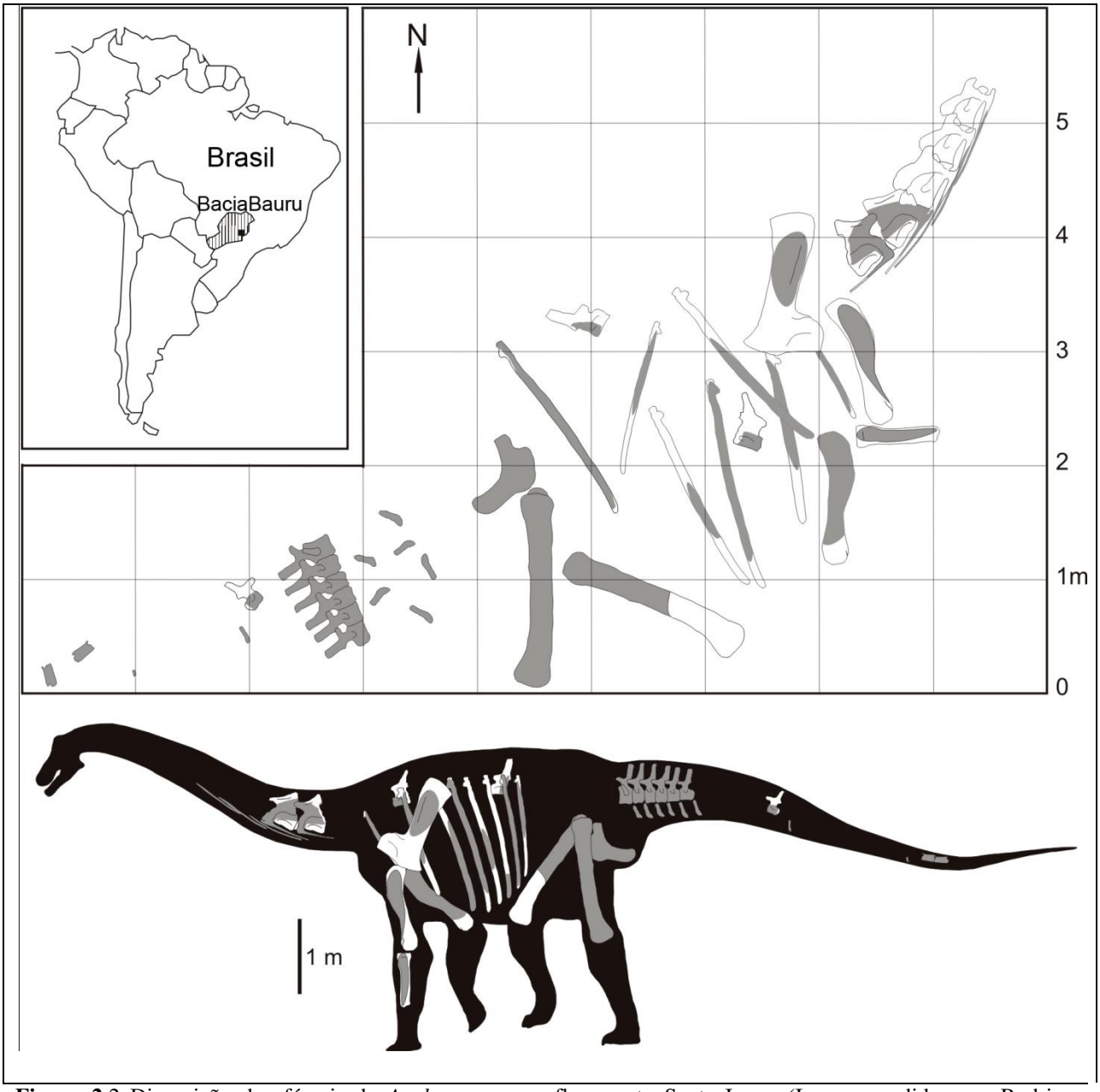



**Figura 2.**2 Disposição dos fósseis de *Aeolosaurus* no afloramento Santa Irene. (Imagem cedida por Rodrigo Santucci, 2010).

Santucci & Bertini (2001), afirmaram que a assembléia fossilífera coletada no afloramento em questão evidencia uma associação paleoecológica direta com Crocodyliformes e Maniraptoriformes. Os autores baseiam essa interpretação pela presença nas camadas de arenito que recobriam os fósseis do pós-crânio do *Aeolosaurus,* de dentes de Crocodyliformes e de dinossauros Maniraptoriformes.

Dentes de dinossauros Theropoda e de Crocodyliformes isolados não são comuns na região de Monte Alto, no entanto, foram encontrados no afloramento Santa Irene dezoito (18) dentes com características (padrões de serrilha e/ou formas) que possibilitam atribuí-los à Theropoda e oito (08) dentes que foram enquadrados dentro de Crocodilyformes (Figura 2.4) . Os Theropoda compreendem uma grande variedade de animais, em dimensões e habitat. São dezenas de famílias incluídas neste grupo, que evoluíram e se transformaram numa história de mais de 170 milhões de anos. Os Ceratosauria e Maniraptora são exemplos de grupos de Theropoda. Este último trata-se de um clado de dinossauros carnívoros, que provavelmente tenha dado origem as aves (Novas *et al.*, 2005) **(Figura 2.3)**.

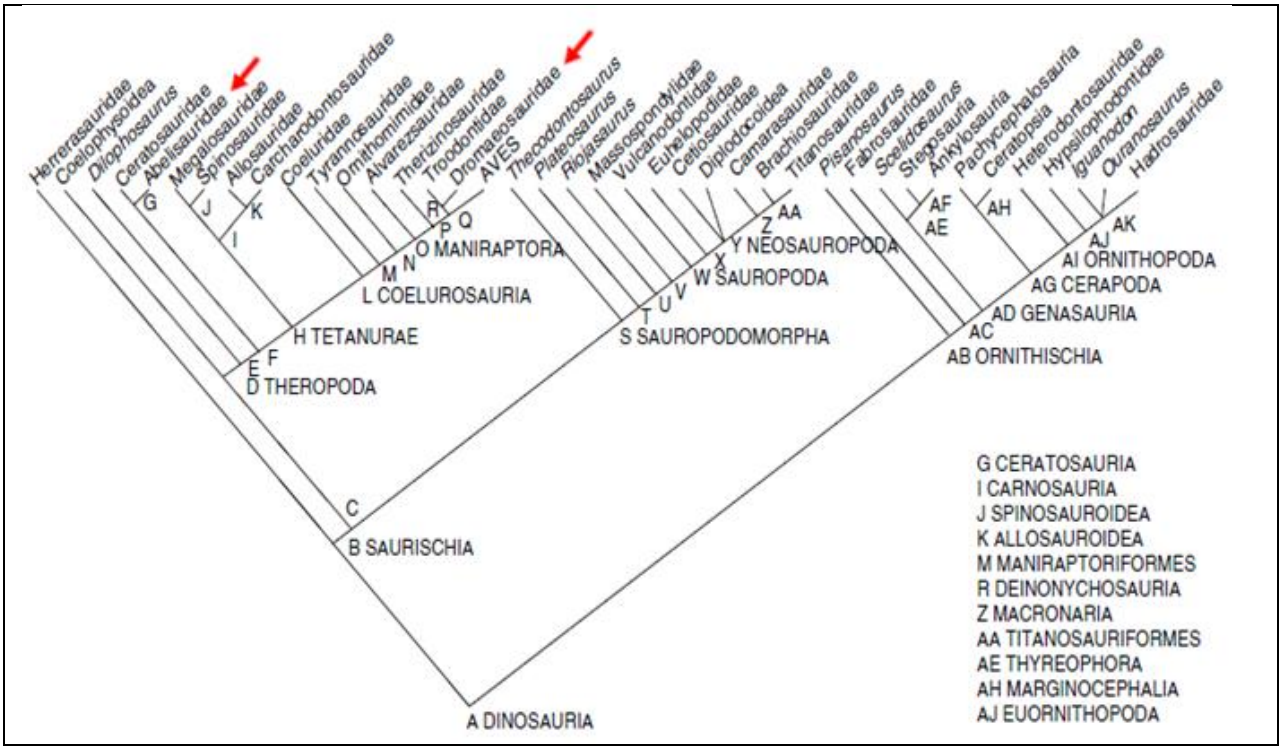



**Figura 2.3** Cladograma apresentando as relações filogenéticas para os principais grupos de dinossauros. (Modificado de Benton, 1990).

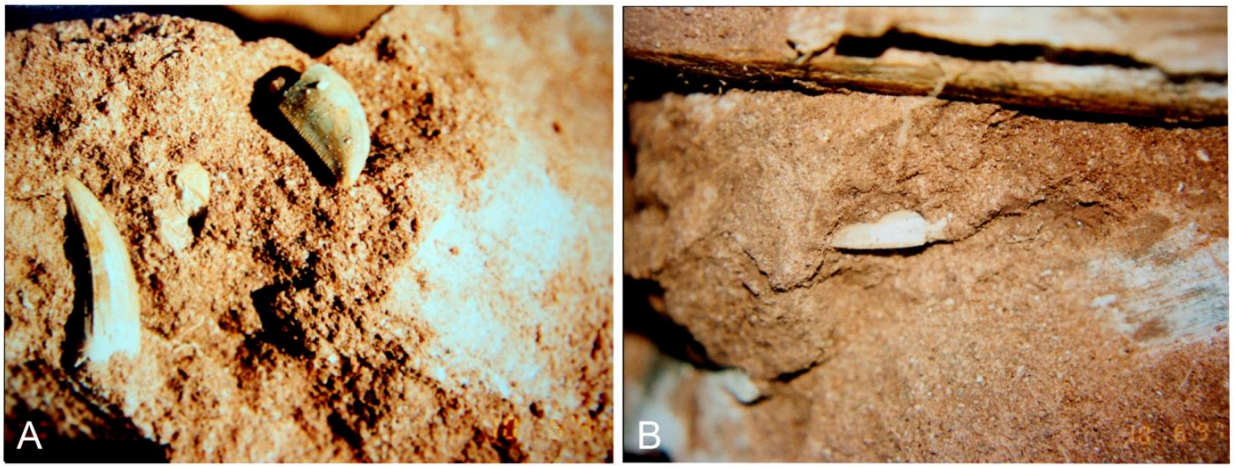


**Figura 2.4** Exemplares analisados neste estudo no momento em que foram encontrados. Fotográfias do acervo do Museu de Paleontologia de Monte Alto (MPMA).

No afloramento Santa Irene também foram encontradas ocorrências de icnofósseis de invertebrados, formadas provavelmente por bioturbações de Arenicolites (Fernandes &Carvalho, 2006). A ocorrência destas bioturbações são de grande importância para a interpretação do paleoambiente deste local, pois, as estruturas físicas/biogênicas encontradas podem indicar momentos em que os sedimentos são depositados sugerindo um retrabalhamento após a sedimentação (**Figura 2.5**)

Os Icnofósseis são o resultado das atividades de animais e vegetais nos sedimentos e rochas sedimentares. De acordo com Fernandes *et al*., (2007) são importantes pois possibilitam o registro da presença de animais de corpo mole que normalmente não se preservam, mostram a diversidade de comportamentos das assembléias fossilíferas, e auxiliam nas interpretações paleoambientais e paleoecológicas.

Durante muito tempo, os icnofósseis foram considerados como simples evidências indiretas de antigas formas de vida ou estruturas sedimentares secundárias, atualmente demonstram extrema relevância na interpretação de vários organismos fósseis e das condições sedimentológicas de diversos ambientes (Bromley, 1996 *apud* Fernandes *et al*., 2007).

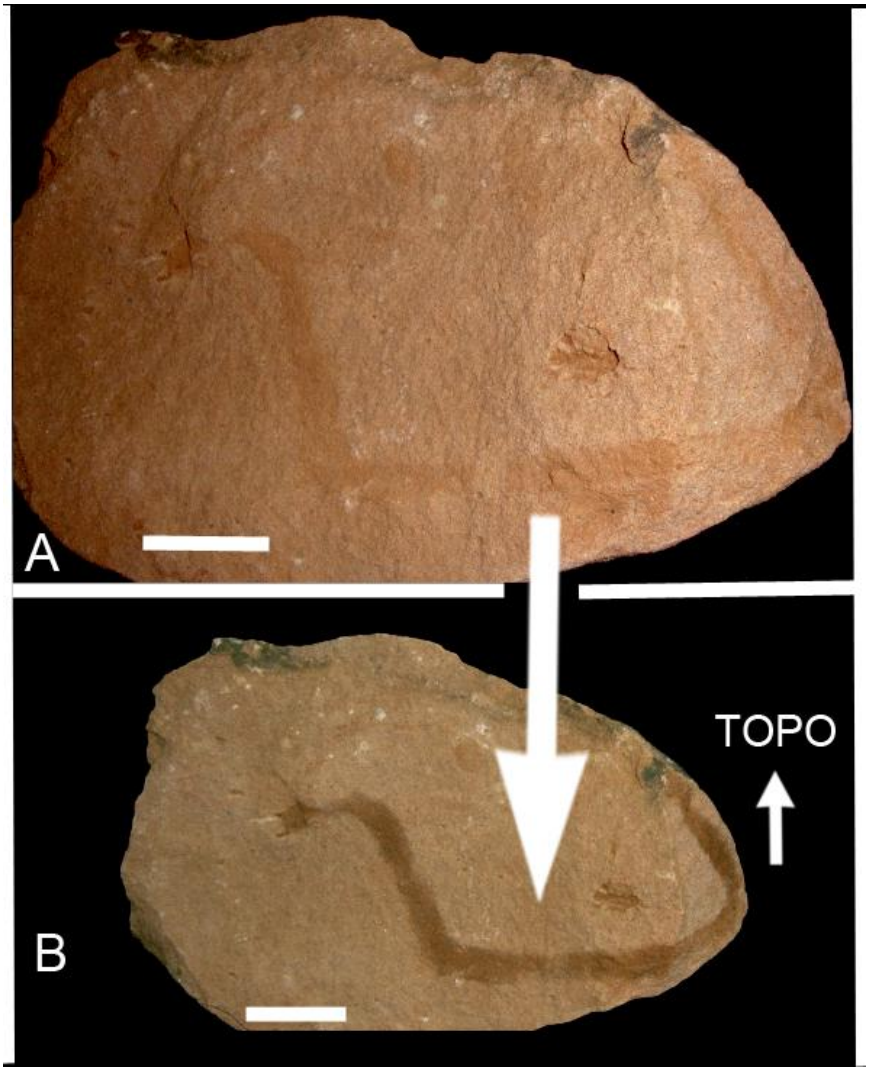



**Figura 2.5** A- Bloco de rocha contendo icnofóssil. B- Destaque com aplicação de água para melhor identificação. Barra de escala=5cm.

## 3 Materiais e Métodos

### 3.1 Trabalhos de campo

Neste estudo foram analisados 26 exemplares de dentes de arcossauros carnívoros. Os fósseis foram encontrados nos anos de 1997 e 1998, na área rural do Município de Monte Alto - SP, e estavam associados à fósseis de um dinossauro herbívoro com pelo menos 14 metros, do gênero *Aeolosaurus.*

Durante a pesquisa, foram realizadas três visitas ao afloramento, em épocas distintas, para resgatar dados geológicos não coletados no momento da retirada dos fósseis, além de novos registros fotográficos e adquirir informações mais precisas para uma análise aprofundada sobre o afloramento em questão **(Figura 3.1)**

**Figura 3.1** A e B- Momentos da escavação no afloramento Santa Irene em 1998; B- registra o último dia da escavação; C e D- visitas no afloramento Santa Irene em 2010. Nas fotos B e D, as setas indicam o mesmo local.

## 3.2 Trabalhos de Gabinete

Os fósseis do afloramento Santa Irene compõem o acervo do Museu de Paleontologia de Monte Alto, catalogados com os números de tombo MPMA12-0001-97 a MPMA12-0023-97 indicando a série de fósseis de *Aeolosaurus,* e MPMA12-00D1-97 a MPMA12-0D26-97, correspondente aos dentes dos arcossauros carnívoros, principais objetos de estudo deste trabalho.

Para a identificação dos exemplares dentários foram utilizados os códigos MPMA12-00D1-97 a MPMA12-0D26-97, onde, MPMA representa a sigla da instituição na qual os exemplares estão tombados (Museu de Paleontologia de Monte Alto), 12 identifica o afloramento Santa Irene, de 00D1 a 0D26, indicam o número do exemplar e, os dois números finais se referem ao ano em que os fósseis foram encontrados.

Para obter as características necessárias para enquadrar os dentes de arcossauros dentro de *taxa,* utilizou-se uma metodologia **(Figura 3.2)** baseada em Currie *et al.* (1990), Candeiro (2007) e Franco (1999), a qual será descrita a seguir e que consiste na análise da morfologia do dente, considerando:

- altura da coroa (ALT);
- número dos dentículos por milímetro (DPM);
- desenho da seção basal transversal (FABL);
- análise do formato dos dentículos (quadrangular, subquadrangular e retangular);
- formato da seção basal transversal (forma de folha de vegetal - abaulada em uma das extremidades, forma de folha de vegetal – não abaulada nas extremidades, forma oval, forma de folha de vegetal elíptica e forma de concha).

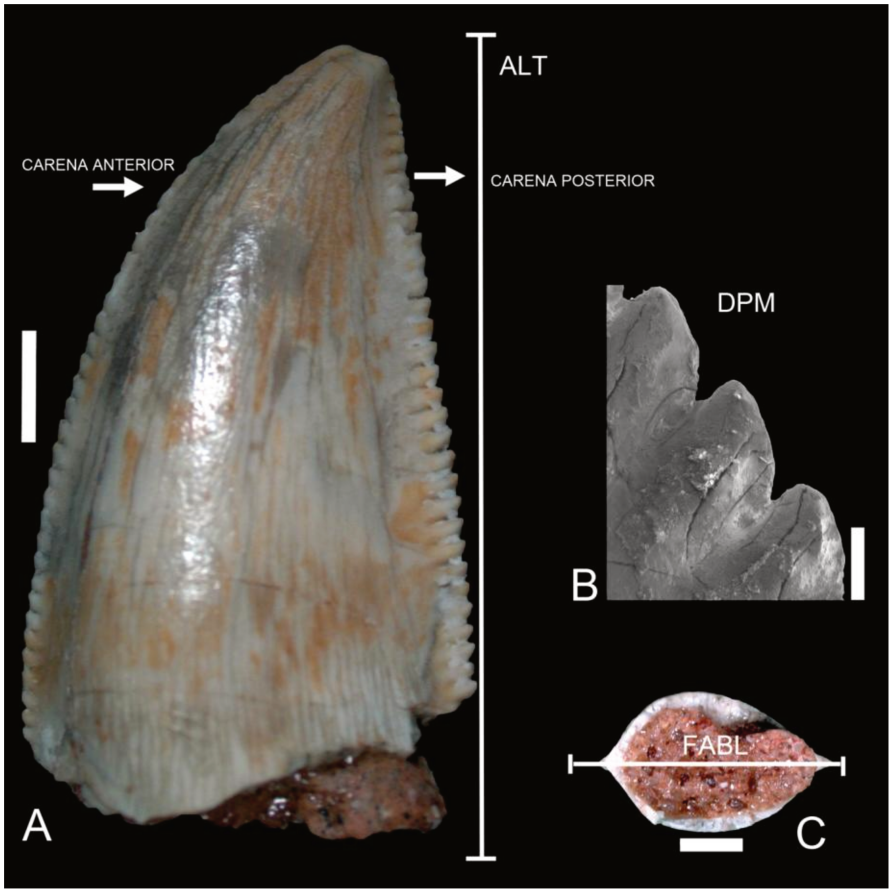



**Figura 3.2** Medidas utilizadas para análise dos dentes de arcossauros. A- Altura da coroa (ALT); B- número dos dentículos por milímetro (DPM); C- comprimento e desenho da seção basal transversal (FABL). Barra de escala A e C = 2mm; B= 200 μm

Para a análise geral dos dentes, das superfícies das carenas, bordos serrilhados e dentículos, foram realizadas diversas imagens dos dentes no decorrer do estudo, com os seguintes equipamentos:

- máquina fotográfica Sony Alfa 100, de 10 mega pixel, com lente de 70 mm e macro
- estereomicroscópio Stemi 2000-C, com câmera acoplada AxioCam MRc5, da Zeiss, software AxioVision 4.8, utilizado para a contagem dos dentículos por milímetro;
- estereomicroscópio Stemi SV 6 da Zeiss;
- Microscópio Digital de 20x - 200x, com software MicroCapture, foram retiradas fotos das carenas duplas;
- Microscopia Eletrônica de Varredura com espectrometria de Energia Dispersiva (MEV/EDS), Leo 430i, da Oxford;
- Microscopia Eletrônica de Varredura com Baixo Vácuo, Joel JSM – T300.

As imagens foram obtidas no Laboratório do Museu de Paleontologia de Monte Alto, Laboratório de Microscopia Eletrônica e Laboratório de Paleohidrogeologico do Instituto de Geociências, na Central Analítica, integrante do Instituto de Química – UNICAMP.

Para melhor visualização dos detalhes morfológicos, foi necessária a preparação das peças dentárias antes da obtenção das imagens. Para tanto, foi utilizado um microscópio binocular, uma caneta NovoPen e agulhas NovoFine 30G, normalmente equipamentos utilizados na aplicação de insulina em diabéticos **(Figura 3.3)**

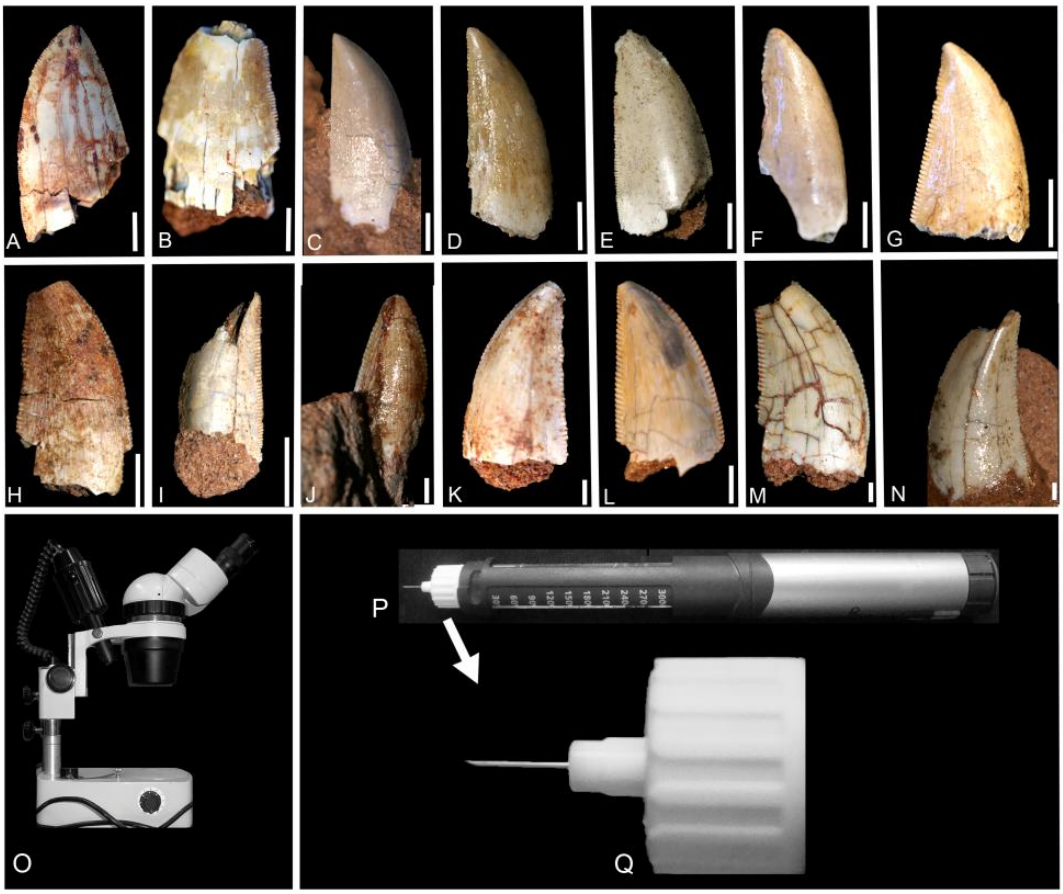



**Figura 3.3** - De A até N, MPMA12-00D1-97 a MPMA12-0D14-97 consecutivamente. Dentes de terópodes envolvidos na pesquisa antes da preparação em laboratório; O- Microscópio binocular; P e Q- equipamentos utilizados na aplicação de insulina em diabéticos. Barra de escala: A, B,C, D, E, F, G,H, I= 5mm; J, K, L, M, N= 1mm.

Para as mensurações da base/topo e seção basal dos dentes, foi utilizado um paquímetro MAUb-CH stainless. Para fins didáticos e melhor visualização dos detalhes dos dentes estudados, as imagens obtidas foram organizadas através do editor de imagens Adobe Photoshop CS5.

Devido o registro tafonômico não ter sido monitorado no momento da retirada dos fósseis em 1997 e 1998, foram recuperados registros fotográficos e em forma de vídeos que apresentavam o momento da escavação e retirada dos fósseis em questão, sendo incorporados à pesquisa atual.

Toda infra-estrutura necessária ao desenvolvimento do projeto foi obtida junto ao Instituto de Geociências/UNICAMP, e junto ao Museu de Paleontologia de Monte Alto. Este projeto foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

### 3.3 Comparação com amostras de outros acervos

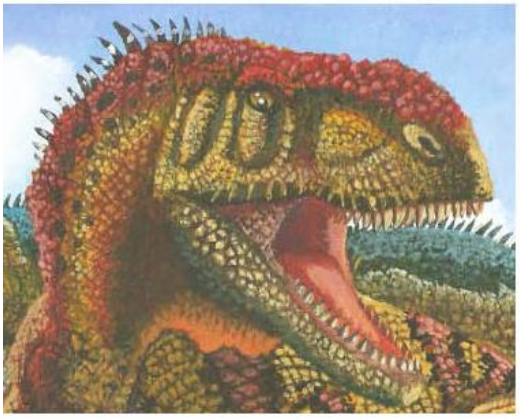
Após os resultados das análises de laboratório de todo o material selecionado para a pesquisa, foram realizadas visitas ao acervo do Museu de Paleontologia de Monte Alto (MPMA), ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) no Rio de Janeiro, e Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price, em Peirópolis MG, vinculado à Universidade Federal do Triangulo Mineiro (UFTM), com o intuito de comparação do material estudado nesta pesquisa com aqueles já descritos por outros autores. Também foram cedidas algumas fotografias de dentes de terópodes enviadas pelo Department of Anatomical Sciences, Health Sciences Center T8-040, Stony Brook University, situado em Nova Iorque, nos Estados Unidos da América, por intermédio de Joseph Sertich. Alguns exemplares de Crocodyliformes também foram utilizados para comparação com os exemplares analisados neste estudo: UFRJ-DG 50R - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geociências; MPMA-15-1/90 – Museu de Paleontologia de Monte Alto; UFRJ-DG 303R, DGM-229-R- divisão de Geologia e Mineralogia; URC-R.73; DGM-433R; CPPLIP-630 Centro de pesquisas paleontológicas Llewellyn Ivor Price; MPMA-16-0007-04; DGM- 434R; DGM-258R e DGM-259R.

## 4 THEROPODA

Os Theropoda foram dinossauros que estão incluídos na ordem Saurischia. Os dinossauros pertencentes à essa ordem apresentam crânio com um desenho diapsidio tecodontiano. As dentições indicam que os saurísquios produziram formas predatórias e/ou necrófagas, onívoras e herbívoras. Possuíam entre 23 e 25 vértebras pré-sacrais, anteriores à pelvis. A cauda era longa, e os membros anteriores eram geralmente menores que os posteriores. Os três ossos da cintura pélvica dispunham-se com o púbis dirigido para a frente e para baixo (Bertini, 2000).

Todos os dinossauros Theropoda eram carnívoros e variavam em tamanho de pequenos à gigantes de mais de 6 toneladas (Benton, 1990). Foram dinossauros bípedes, possívelmente de ancestralidade estauricossauriana; membros anteriores reduzidos e posteriores com morfologia aviana, apresentando ossos ocos; o crânio era alto (Bertini, 2000). Por serem bípedes eram capazes de se locomover mais rápido do que os dinossauros herbívoros. As garras, principalmente nos membros superiores, eram geralmente recurvadas e terminavam em pontas agudas. Os Theropoda tinham os dentes lateralmente achatados, bordos serrilhados e dentículos apresentando morfologias distintas e com sulcos (Benton, 1990; Bertini *et al.,* 1997). **(Figura 4.1)**

MANIRAPTORA



CERATOSAURIA

**Figura 4.1** Reconstituição demonstrando dinossauros terópodes. Arte: Deverson da Silva (Pepi).

## 4.1 Descrição dos dentes de Theropoda do Afloramento Santa Irene

- Números de tombo MPMA12-00D1-97 a MPMA12-0D18-97.

THEROPODA Marsh, 1881

NEOCERATOSAURIA Novas, 1992

ABELISAURIA Novas, 1992

ABELISAURIDAE Bonaparte and Novas, 1985

MANIRAPTORA Gauthier, 1986

DROMAEOSAURIDAE Ostrom, 1990

### 4.1.1 MPMA-12-00D1-97

Coroa fragmentada na base, altura de 31,6 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial e lingual levemente convexa. Seção basal antero-posterior elíptica, com 17,0 mm de comprimento e 7,0 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carenas, anterior e posterior, com 2,9 e 2,2 dentículos por milímetro respectivamente na região mesial **(Figura 4.2).**

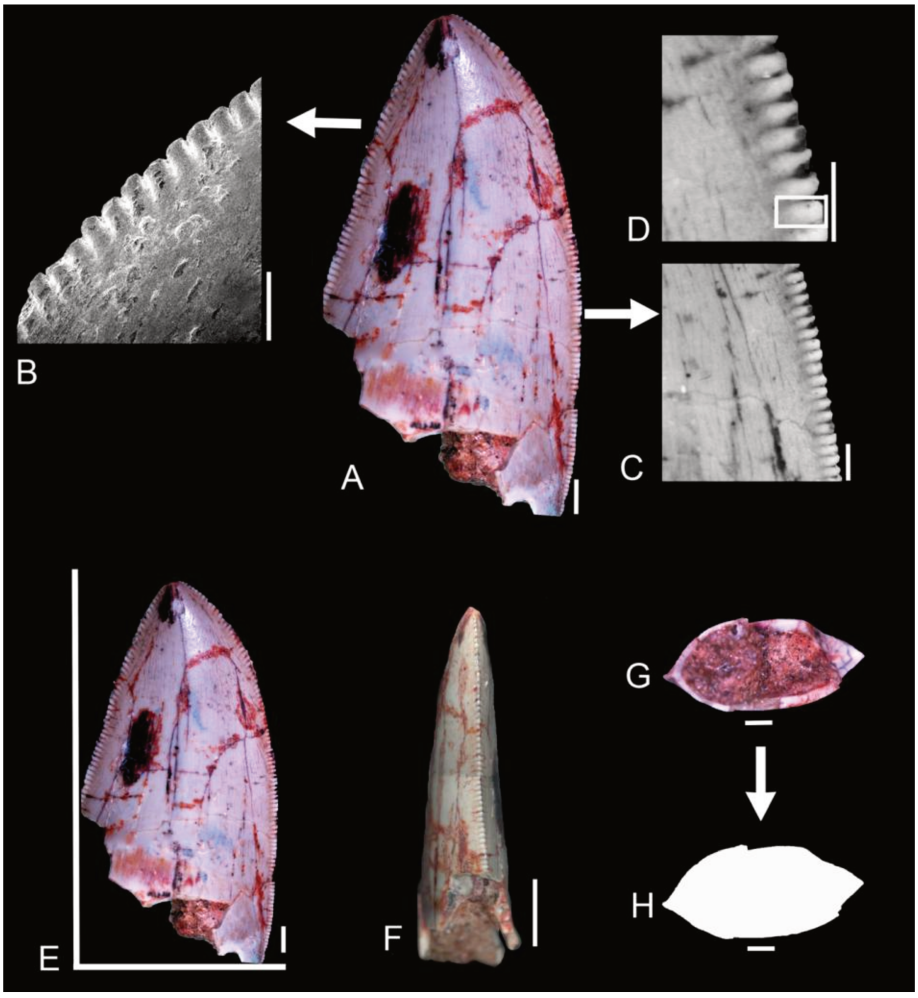



**Figura 4.2** A - Vista geral face lingual do exemplar MPMA-12-00D1-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D - Formato retangular do dentículo da carena anterior; E- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; F- Inclinação da carena posterior; G e H- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, E, G e H = 2mm; F= 5mm; B, C, D = 500 μm.

### 4.1.2 MPMA-12-00D2-97

Coroa fragmentada no ápice e na base, altura de 23,4 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial e lingual convexa. Seção basal antero-posterior em forma elíptica, com 15,2 mm de comprimento e 7,3 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carenas, anterior e posterior, com 2,4 e 2,6 dentículos por milímetro **(Figura 4.3 ).**

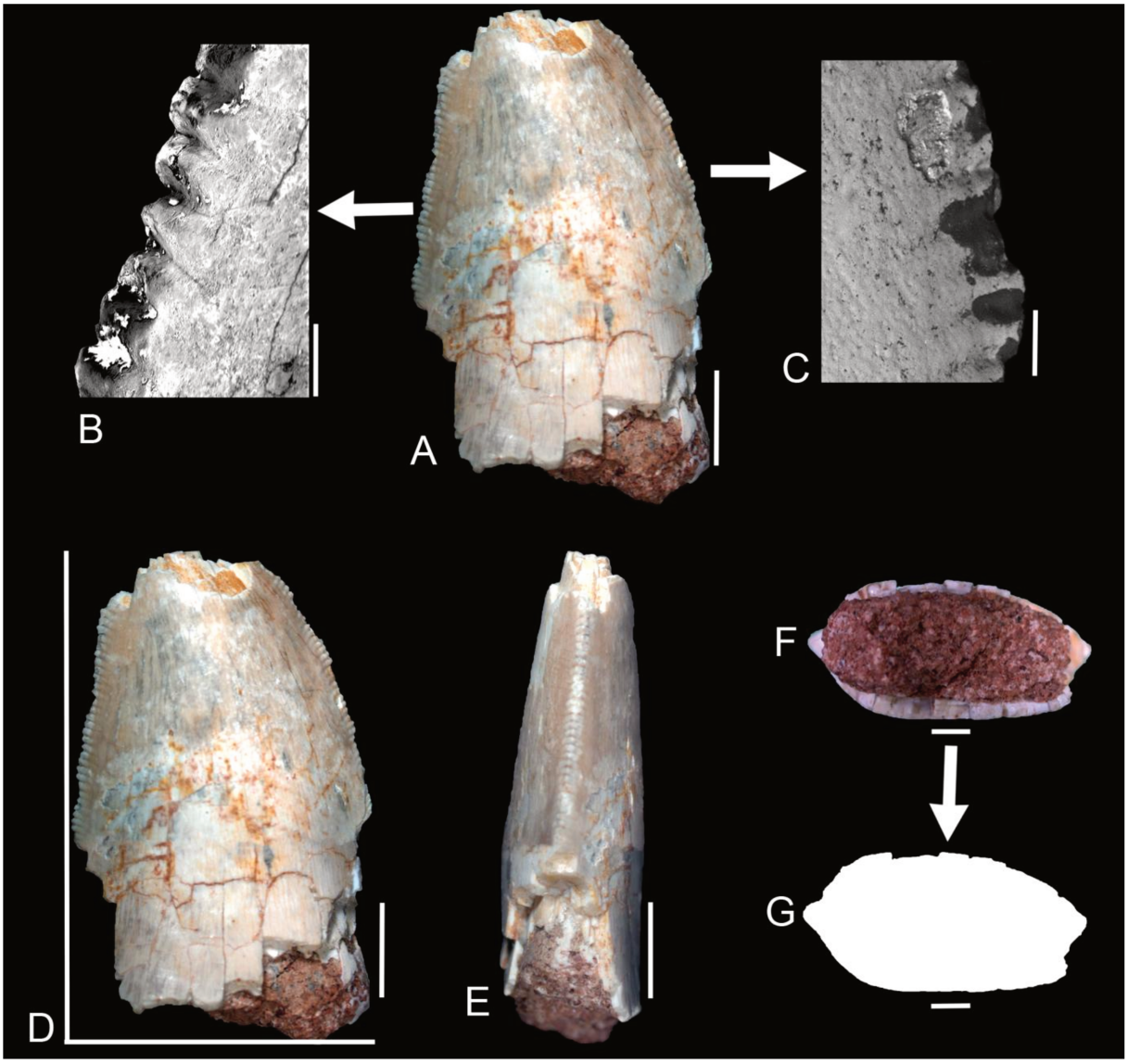



**Figura 4.3** A- Vista geral face lingual do exemplar MPMA-12-00D2-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D - Inclinação da carena posterior; E- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; F e G- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A,D e E= 5mm; F e G = 2mm; B, C= 500 μm.

### 4.1.3 MPMA-12-00D3-97

Coroa completa, altura 26,8 mm; face labial levemente convexa e lingual côncava, sendo comprimida lábio-lingualmente. Seção basal antero-posterior elípitica, com 11mm de comprimento e 5,5 mm de espessura. Carena anterior e posterior formadas por dentículos que dão origem às serrilhas. Carenas, anterior e posterior, com 2,6 e 2,4 dentículos por milímetro respectivamente na região mesial **(Figura 4.4 )**.

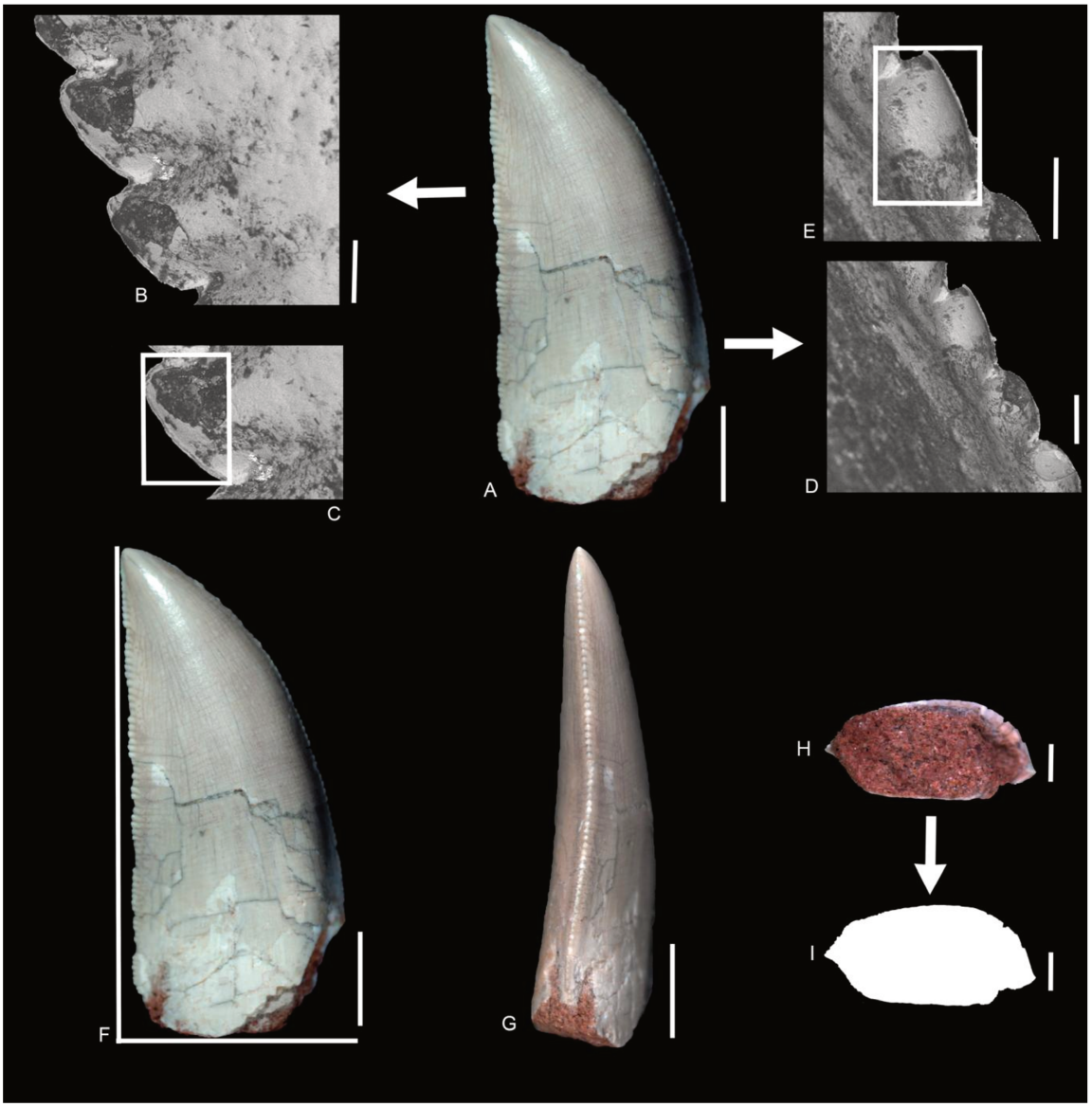



**Figura 4.4** A-Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D3-97; B e D – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; C - E Formato subquadrangular do dentículo da carena anterior e posterior respectivamente; F- Inclinação da carena posterior; G - Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; H e I Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, F e G= 5mm; H e I = 2mm; B, C, D e E = 200 μm.

### 4.1.4 MPMA-12-00D4-97

Coroa bem preservada, altura de 23 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial levemente convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior em forma de folha abaulada em uma das extremidades, com 10,9 mm de comprimento e 5,5 mm de espessura. Inclinação da carena posterior igual a 90º. Carenas, anterior e posterior, com 2,6 e 2,8 dentículos por milímetro respectivamente na região mesial **(Figura 4.5).**

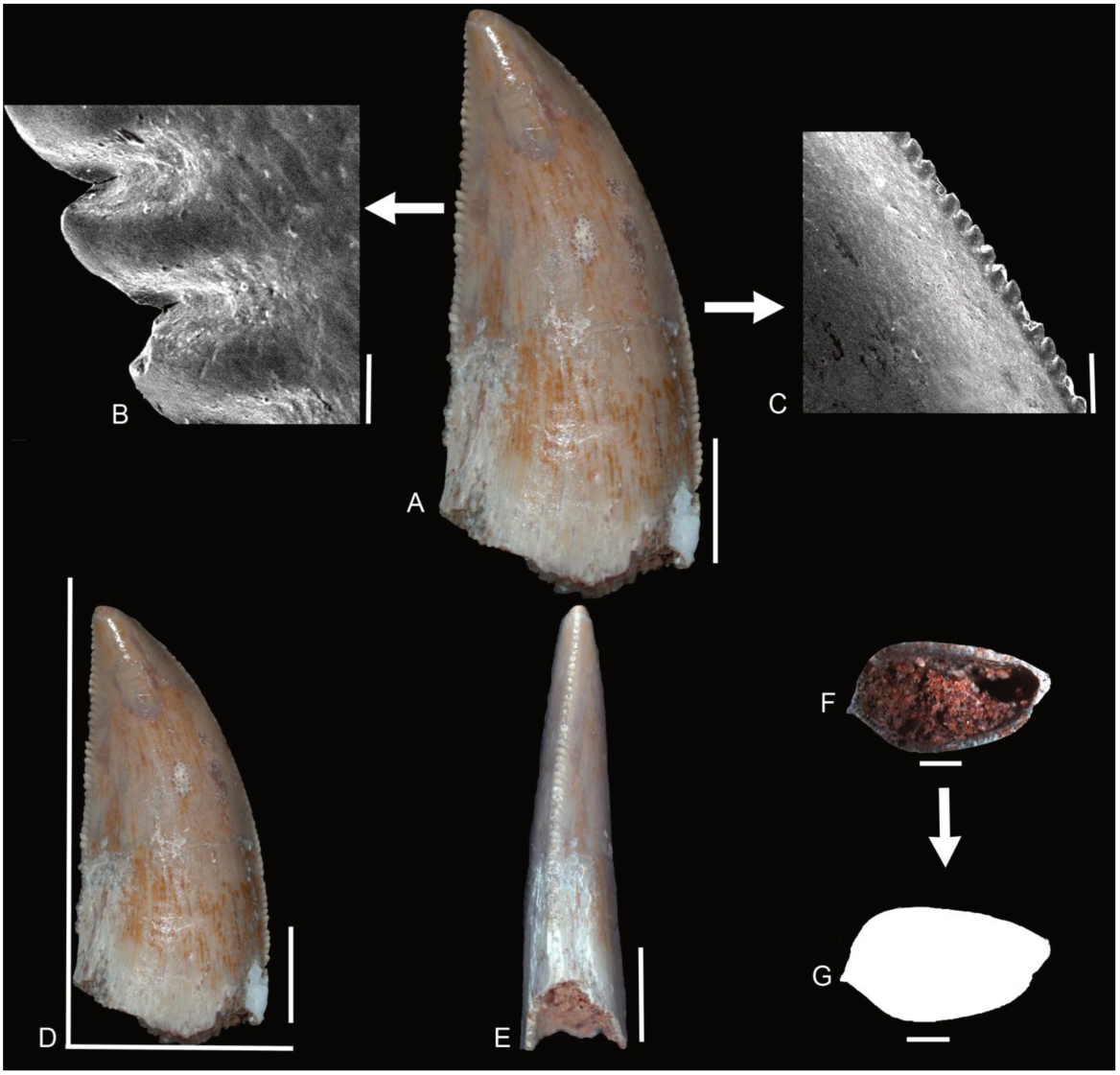



**Figura 4.5** A - Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D4-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D- Inclinação da carena posterior; E - Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; F e G - Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala A, D e E= 5mm; F e G = 2mm; B e C = 500 μm.

### 4.1.5 MPMA-12-00D5-97

Coroa quase completa com pequena fragmentação em seu ápice, altura 22,4 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial levemente convexa e face lingual côncava; seção basal antero-posterior com 11mm de comprimento e 5,7 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carenas, anterior e posterior, com 2,6 dentículos por milímetro respectivamente na região mesial **(Figura 4.6)**.

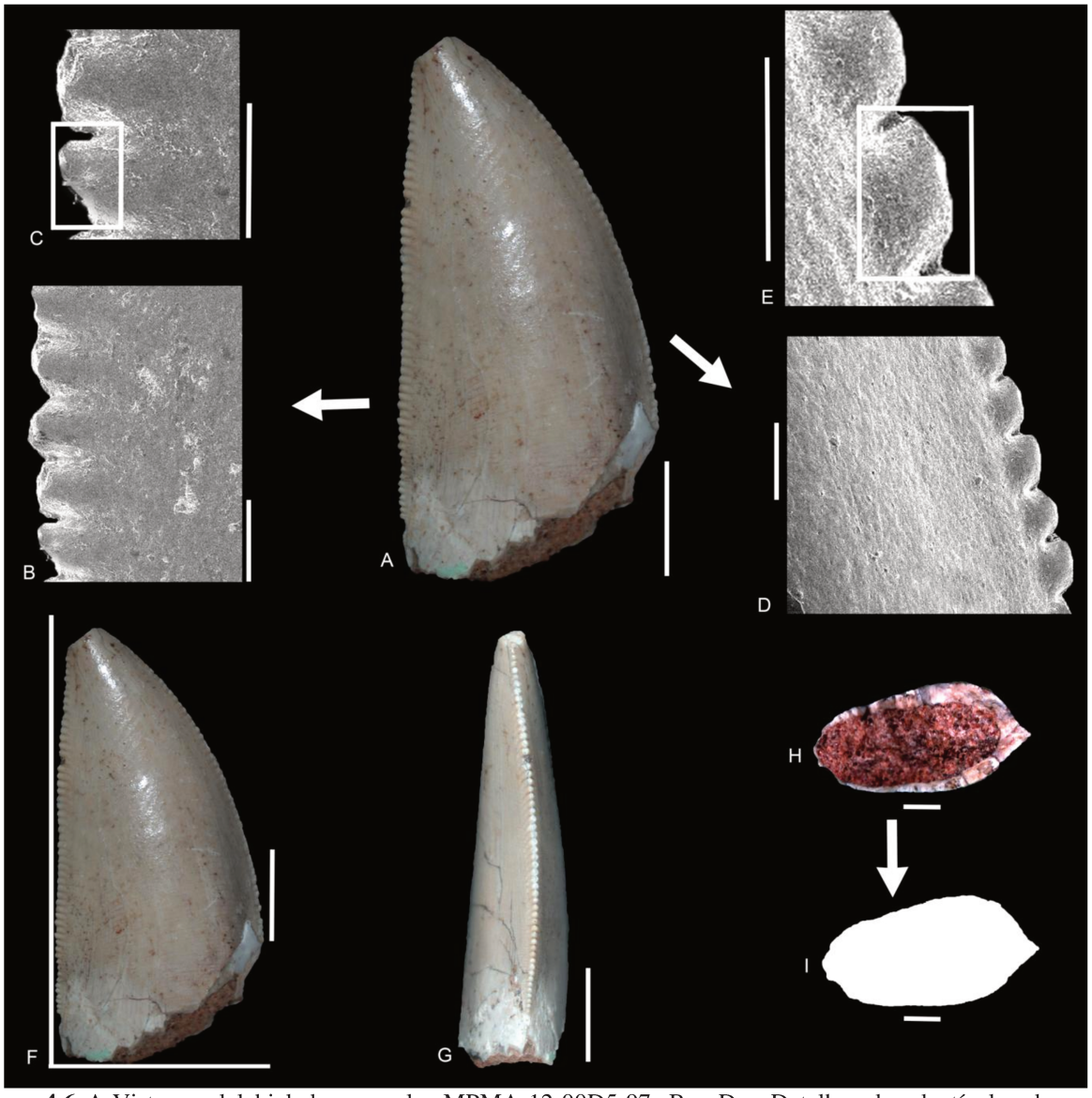



**Figura 4.6** A-Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D5-97; B e D – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; C e E- Formato do dentículo da carena posterior e anterior; F- Inclinação da carena posterior; G- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; H e I- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, F e G= 5 mm; H e I = 2 mm; B, C, D e E = 500 µm.

### 4.1.6 MPMA-12-00D6-97

Coroa fragmentada na porção basal, altura de 23,5 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial e lingual levemente convexa. Seção basal antero-posterior em forma de concha, com 10,5 mm de comprimento e 5,6 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carena anterior com dentículos pouco evidentes e posterior com 2,4 dentículos por milímetro na região mesial **(Figura 4.7).**

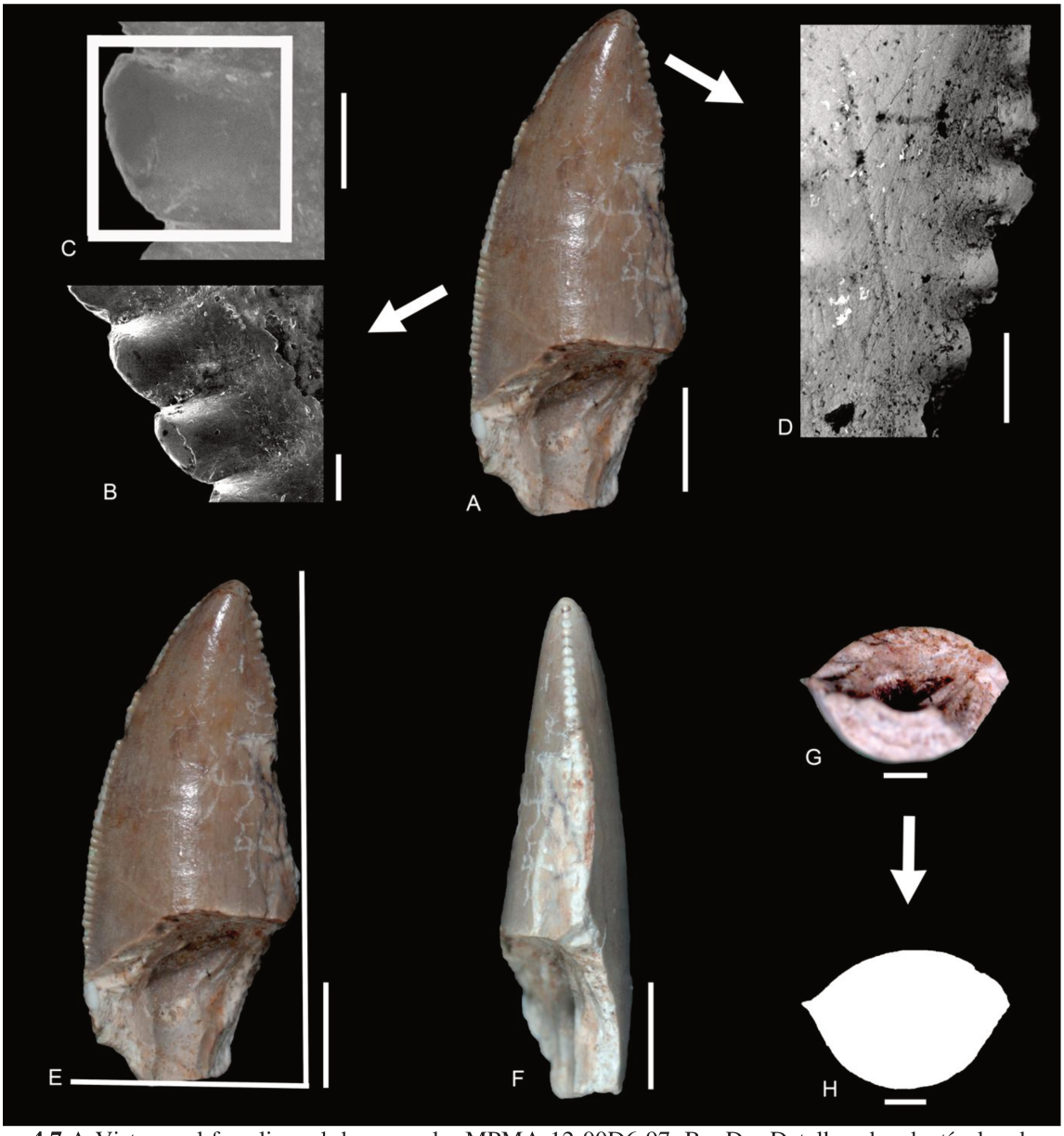



**Figura 4.7** A-Vista geral face lingual do exemplar MPMA-12-00D6-97; B e D – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; C - Formato quadrangular do dentículo da carena anterior; E- Inclinação da carena posterior; F- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; G e H- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, E e F= 5mm; G e H = 2mm; B, C e D = 500 μm.

### 4.1.7 MPMA-12-00D7-97

Coroa fragmentada na porção basal, altura de 18,3 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial levemente convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior em forma de folha abaulada em uma das extremidades, com 11,2mm de comprimento e 5,5 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carenas, anterior e posterior, com 2,2 e 2,3 dentículos por milímetro respectivamente na região mesial **(Figura 4.8).**

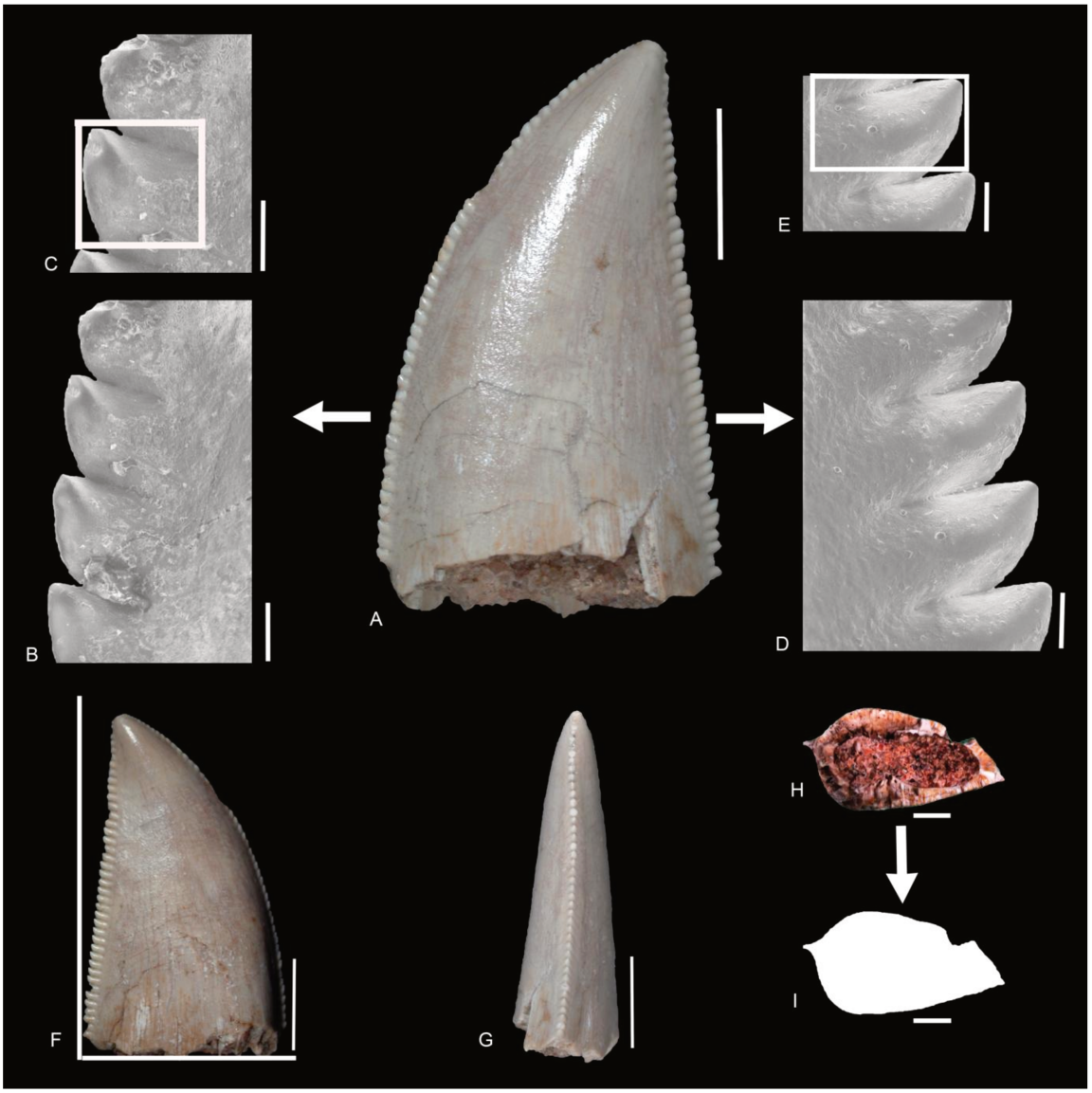



**Figura4.8** A-Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D7-97; B e D – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; C- E - Formato quadrangular do dentículo da carena anterior e retangular da carena posterior; F- Inclinação da carena posterior; G- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; H e I Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, F, G= 5mm; H e I = 2mm; B, C, D e E = 500 μm.

### 4.1.8 MPMA-12-00D8-97

Coroa fragmentada no ápice e na base, altura de 19,6 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial e lingual levemente convexa. Seção basal antero-posterior com 10,2 mm de comprimento e 5,3 mm de espessura possuem respectivamente 2,4 e 2,4 dentículos por milímetro na região mesial **(Figura 4.9).**

**Figura 4.9** A-Vista geral labial do exemplar MPMA-12-00D8-97; B- Detalhes dos dentículos da carena posterior; C- Inclinação da carena posterior; D- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; E e F- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, C e D= 5mm; E e F = 2mm; B= 1mm.

### 4.1.9 MPMA-12-00D9-97

Coroa fragmentada no ápice, altura de 15,6 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior elíptica , com 7,4 mm de comprimento e 3,0 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carena posterior com 2,6 dentículos por milímetro na região mesial **(Figura 4.10)**.

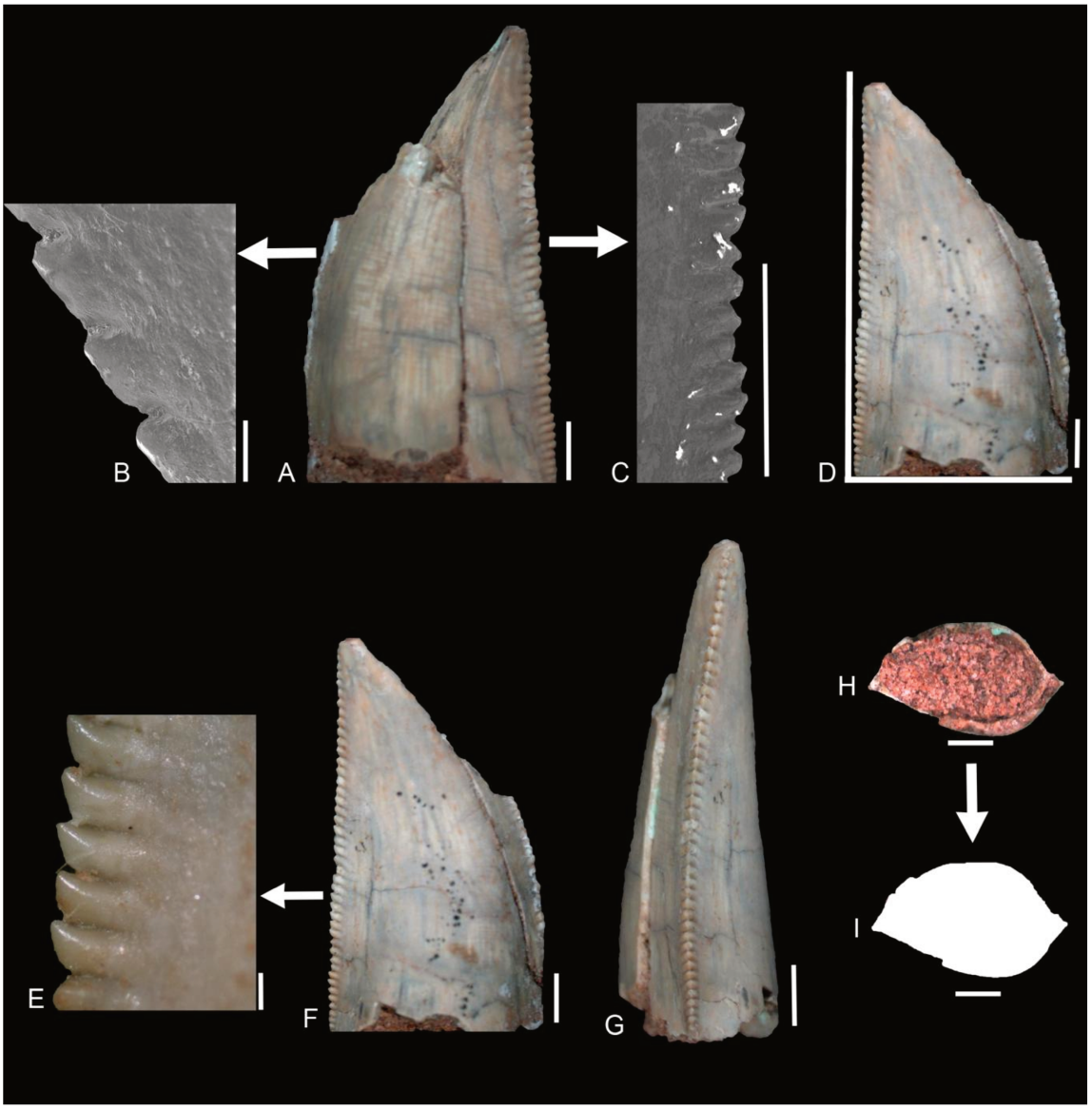



**Figura 4.10** A-Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-00D9-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D– Inclinação da carena posterior; E e F- Visão frontal dos dentículos da carena posterior G e H- Desenho da seção transversal basal (FABL). A, E, F, G e H barra de escala = 2mm; B, C, D, barra de escala = 500 μm.

### 4.1.10 MPMA-12-0D10-97

Coroa bem preservada, altura de 10,8 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior com 5,4 mm de comprimento e 3,7 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carenas, anterior e posterior, com 2,6 e 3 dentículos por milímetro respectivamente na região mesial **(Figura4.11)**.

**Figura 4.11** A-Vista geral da face labial do exemplar MPMA-12-0D10-97; B- Inclinação da carena posterior. C-Vista geral face lingual. D-Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual. Barra de escala: A, B, C e D = 2mm.

### 4.1.11 MPMA-12-0D11-97

Coroa bem preservada, altura de 15,0 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior de forma elíptica, com 7,5 mm de comprimento e 4,5 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carenas, anterior e posterior, com 3,4 e 2,9 dentículos por milímetro respectivamente na região mesial **(Figura 4.12)**

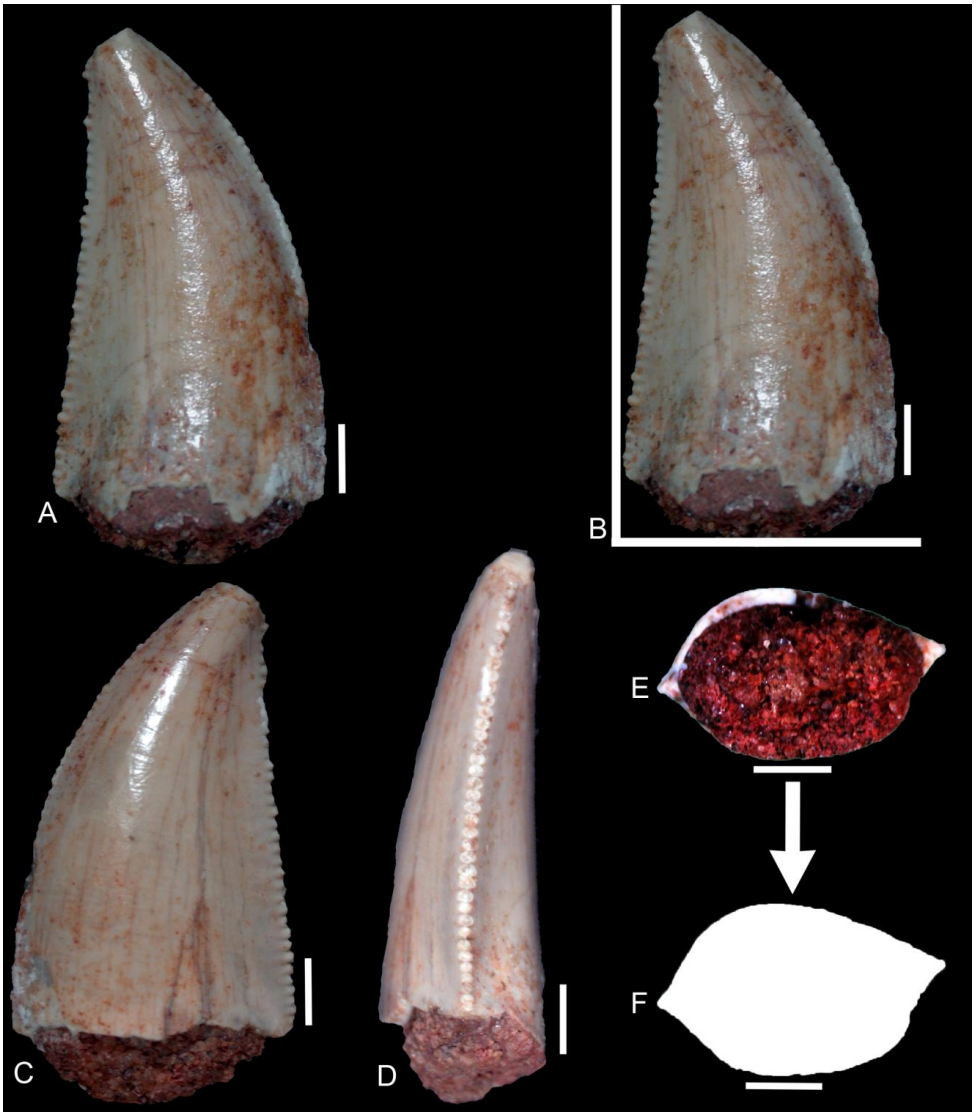



**Figura 4.12** A -Vista geral da face labial do exemplar MPMA-12-0D11-97; B - Inclinação da carena posterior. C- Vista geral face lingual. D -Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual. E e F- Desenho da seção transversal basal (FABL). A, B, C, D, E, F barra de escala = 2mm.

### 4.1.12 MPMA-12-0D12-97

Coroa completa, altura de 13,6 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior de forma elíptica, com 7,7 mm de comprimento e 4,8 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carenas, anterior e posterior, com 2,6 e 2,6 dentículos por milímetro respectivamente na região mesial **(Figura 4.13).**

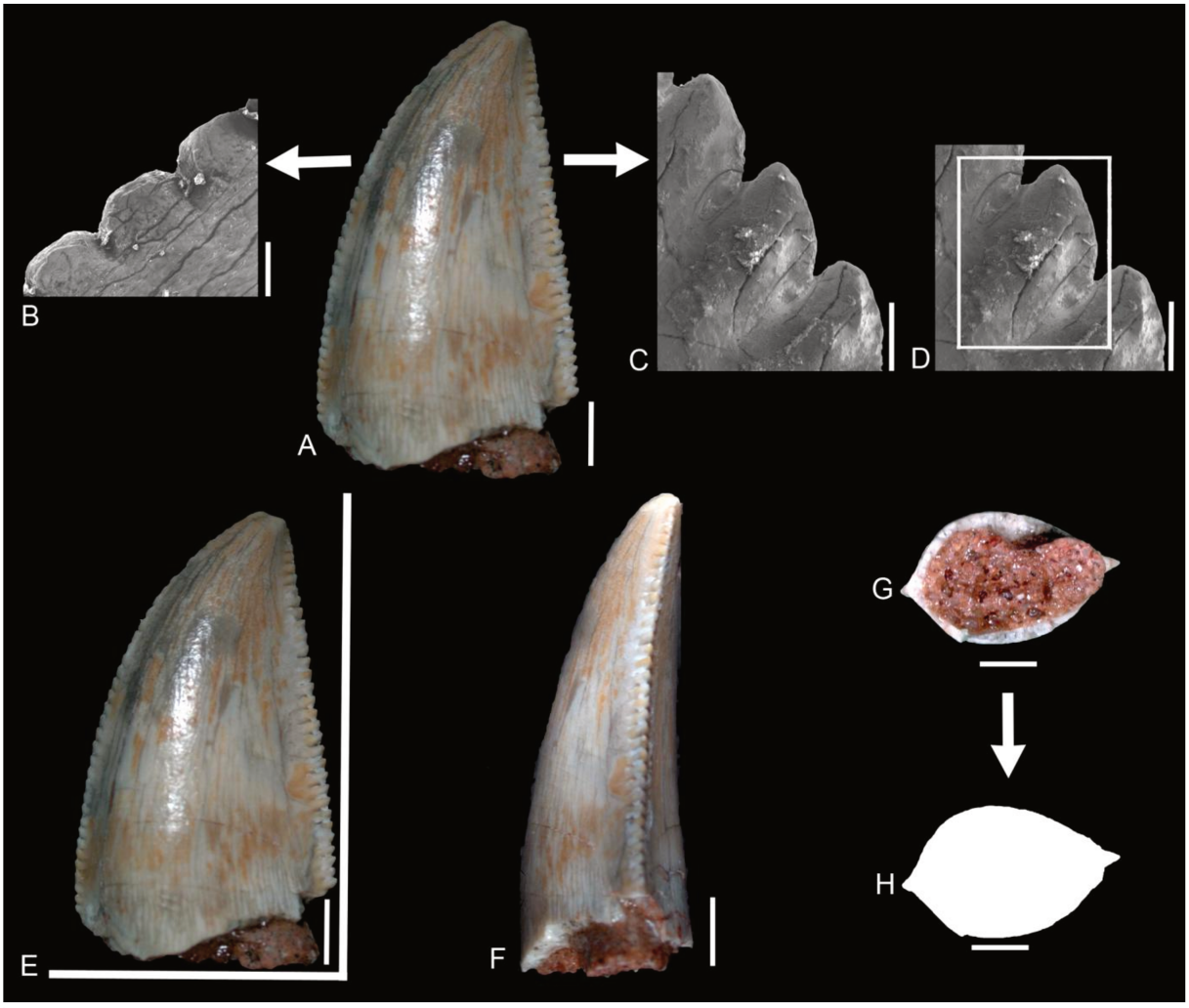



**Figura 4.13** A-Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D12-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D – Formato subquadrangular do dentículo da carena anterior; E- Inclinação da carena posterior; F- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; G e H- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, E, F, G e H barra de escala = 2mm; B, C e D = 200 μm.

### 4.1.13 MPMA-12-0D13-97

Coroa fragmentada no ápice e parcialmente na base, altura de 12,0 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial e lingual côncava. Seção basal antero-posterior de forma elíptica, com 7,4 mm de comprimento e 3,0 mm de espessura. Inclinação da carena posterior maior que 90º. Carenas, anterior e posterior, com 3,0 e 3,6 dentículos por milímetro respectivamente na região mesial **(Figura 4.14).**

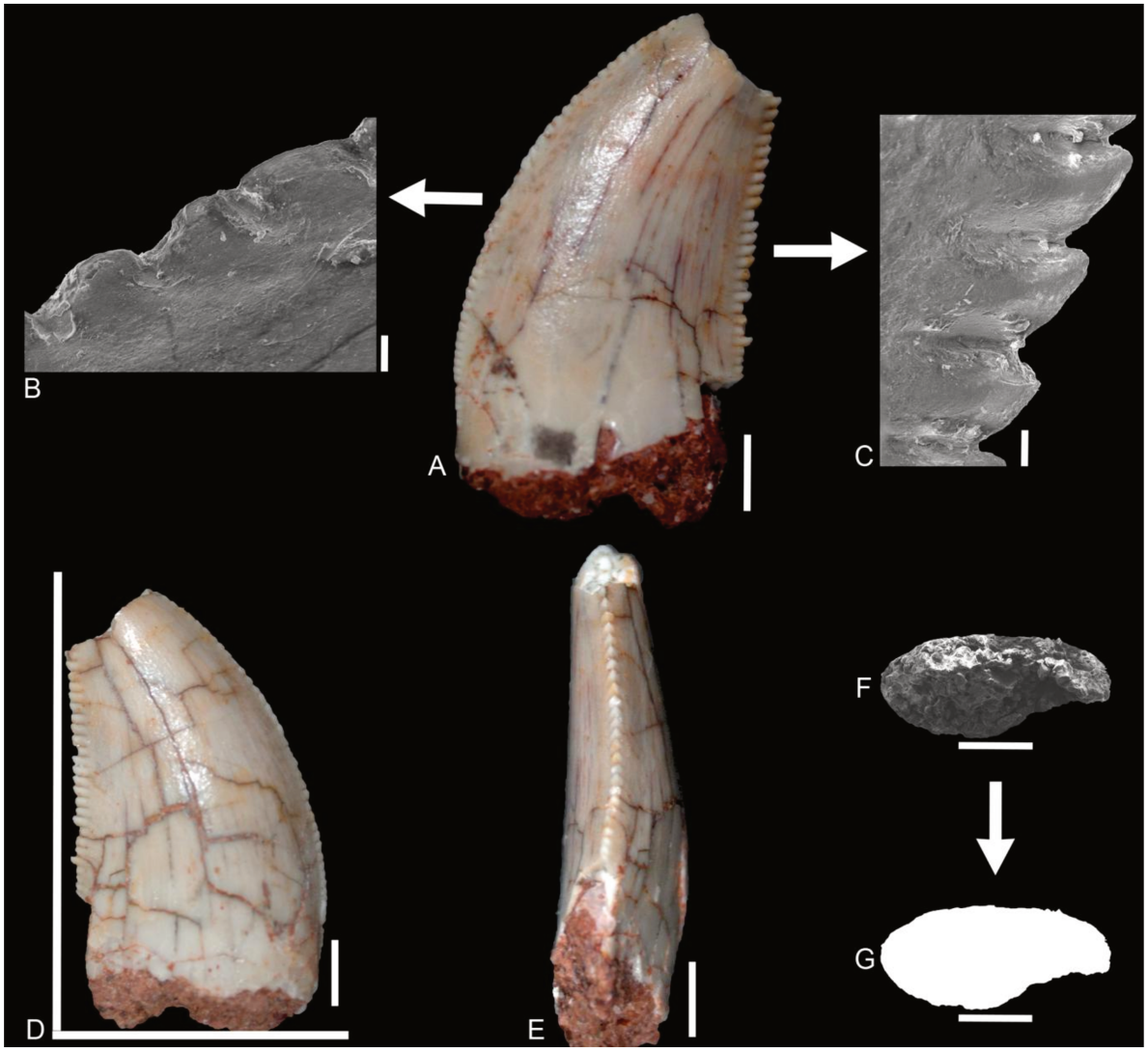



**Figura 4.14** A-Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D13-97; B e C – Detalhes dos dentículos da carena posterior e anterior respectivamente; D- Inclinação da carena posterior; E- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual; F e G- Desenho da seção transversal basal (FABL). Barra de escala: A, D, E, F E G = 2mm; B e C = 200 μm.

### 4.1.14 MPMA-12-0D14-97

Coroa fragmentada no ápice e na base, altura de 14,0 mm, sendo comprimida lábio-lingualmente. Face labial e lingual côncava. Inclinação da carena posterior menor que 90º. Carena posterior com 3,6 dentículos por milímetro na região mesial **(Figura 4.15).**

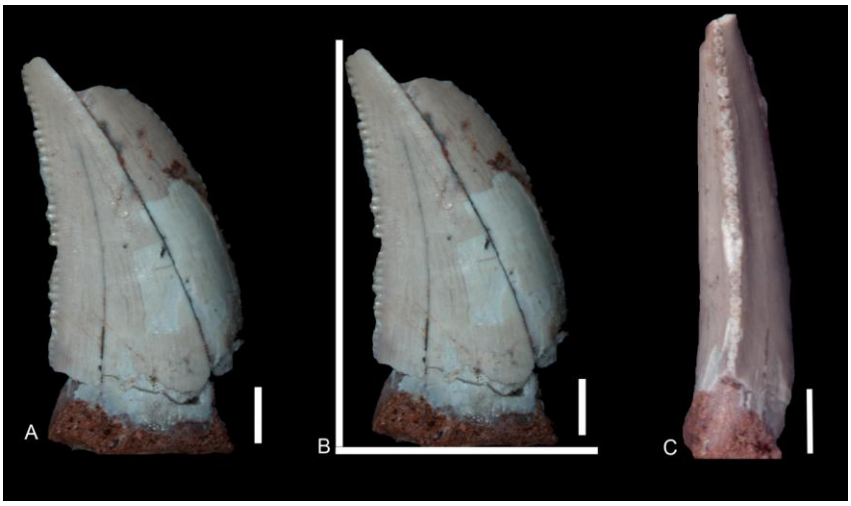



**Figura 4.15** A-Vista geral da face labial do exemplar MPMA-12-0D14-97; B- Inclinação da carena posterior; C- Visão frontal dos dentículos da carena posterior e visão labial e lingual. Barra de escala: A, B e C = 2mm.

### 4.1.15 Dentes excluídos da pesquisa

Os exemplares MPMA-12-0D15-97, MPMA-12-0D16-97, MPMA-12-0D17-97, MPMA-12-0D18-97, se encontram bastante danificados não sendo possível estudá-los adequadamente. Porém, foram enquadrados dentro de Theropoda por apresentarem bordos serrilhados com dentículos semelhantes aos dinossauros carnívoros (ANEXO I).

### 4.1.16 Presença de carenas duplas

Os exemplares de número **MPMA-12-00D1-97** e **MPMA-12-0D12-97**, apresentam carenas duplas, com a disposição de duas fileiras de dentículos. A carena dupla no exemplar **MPMA-12-00D1-97** está presente na região medial da carena anterior, enquanto no exemplar **MPMA-12-0D12-97**, esta característica é observada na carena posterior **(Figuras 4.16 e 4.17)**.

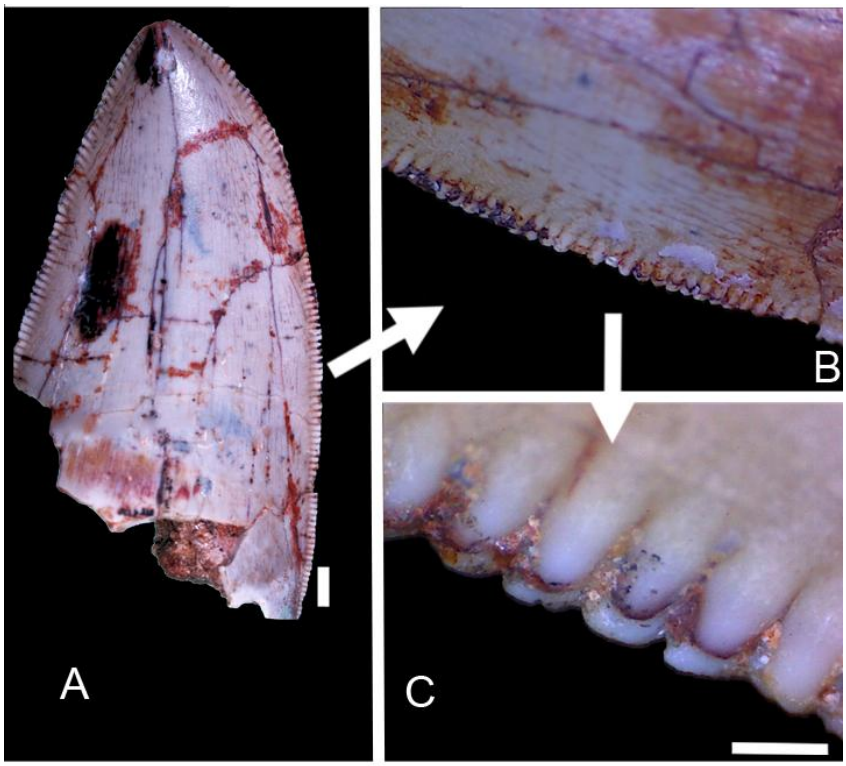



**Figura 4.16** A- vista geral da carena anterior do exemplar MPMA-12-00D1-97; B- vista da carena dupla; C- Detalhe dos dentículos que formam a carena dupla.Barra de escala: A= 2mm; B, C = 5mm.

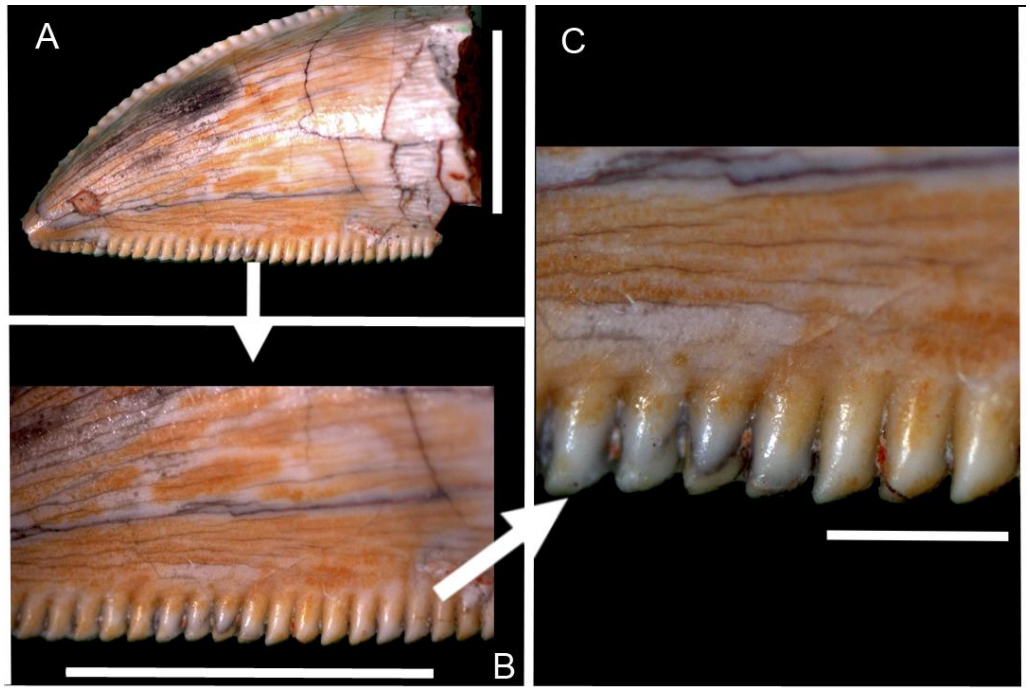



**Figura 4.17** A- vista geral da carena anterior MPMA-12-0D12-97; B- vista da carena dupla; C- Detalhe dos dentículos que formam a carena dupla.Barra de escala: A e B= 5mm; C=1mm.

## 4.2 Análise Sobre os Dentes de Theropoda

Os dentes de Theropoda se distinguem facilmente daqueles de Crocodyliformes, por serem os primeiros mais achatados lateralmente (Franco, 1999). Neste estudo, foi possível constatar que 14 exemplares dos dentes analisados se enquadram nas características pertencentes a Ceratosauria, família *Abelisauridae* (Bonaparte & Novas, 1985), e Maniraptora, família *Dromaeosauridae* (Ostrom, 1990), dentro da subordem Theropoda.

A famíla *Abelisauridae* é representada por espécies que variam de 1,5 a 12 metros de comprimento (Bonaparte & Novas, 1985). Possuem dentes muito comprimidos labio-lingualmente, coroa medianamente baixa, com pouco recurvamento (ANEXO I), média de dois dentículos por milímetro, formato subquadragular dos dentículos e fendas interdentículares pouco profundas (Candeiro, 2007).

Dentre os dentes estudados, os exemplares MPMA-12-00D1-97 e MPMA-12-00D2-97 são os que possuem maior altura da coroa. São bastante comprimidos labiolingualmente, possuem pouco recurvamento da coroa, média de 2,5 dentículos por milímetro e fendas interdentículares pouco profundas, assim como os da família *Abelisauridae*, porém, apresentam formato dos dentículos distintos para o descrito nesta família. O exemplar 1 apresenta carena dupla na carena anterior **(Figuras 4.2, 4.3 e 4.16)**.

Os exemplares MPMA-12-00D3-97, MPMA-12-00D4-97, MPMA-12-00D5-97 e MPMA-12-00D6-97 apresentam algumas características propostas para a família *Abelisauridae*, são muito comprimidos labiolingualmente, com pouco recurvamento da coroa, média de 2,5 dentículos por milímetro e fendas dentículares pouco profundas. **(Figuras 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7)**.

Com relação ao dente número MPMA-12-00D7-97, este apresenta a altura e curvatura da coroa semelhantes as dos exemplares MPMA-12-00D3-97, MPMA-12-00D4-97, MPMA-12-00D5-97 e MPMA-12-00D6-97, no entanto, os dentículos são mais voltados para o ápice e as fendas denticulares bastante profundas **(Figuras 4.8)**.

O exemplar MPMA-12-00D8-97 também apresenta as principais característica descritas em *Abelisauridae* sendo fortemente comprimido labiolingualmente e com 2,4 dentículos por milímetro, porém, neste estudo não foi possível analisá-lo por completo, pois sua coroa encontra-se fragmentada e os dentículos destruídos ao longo das carenas **(Figura 4.9)**.

Os menores exemplares envolvidos nesta pesquisa são os de números MPMA-12-00D9-97, MPMA-12-0D10-97, MPMA-12-0D11-97, MPMA-12-0D12-97, MPMA-12-0D13-97, e MPMA-12-0D14-97 **(Figuras 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, e 4.15).** Estes apresentam características próximas a dinossauros terópodes da família *Dromaeosauridae*.

Os dinossauros da família Dromaeosauridae eram pequenos com cerca de 3m de comprimento **(ANEXO I)**. Apresentam dentes comprimidos lateralmente, coroa recurvada com serrilhas nas carenas anterior e posterior, de dentículos com diferentes tamanhos ao longo das mesmas. Com exceção ao exemplar MPMA-12-0D12-97, que possui ótima preservação das estruturas dos dentículos, podendo ser observada a presença de dupla carena, na carena posterior **(Figuras 4.13 e 4.17)**, todos os outros exemplares apresentam fragmentação em alguns pontos das carenas, ou dentículos totalmente destruídos, porém, foi possível constatar que os demais possuem, em média, aproximadamente 3 dentículos por milímetro.

Neste trabalho observou-se uma grande variação do formato do desenho das seções transversais basais que segundo Smith (2007) é devido ao fato de o dente variar sua morfologia de acordo com a posição que ele se encontra na arcada dentária do animal , por isso, utilizamos o desenho da seção basal apenas como característica informativa, como por exemplo, para indicar o quanto o dente é labiolingulamente comprimido. O mesmo ocorre com o formato dos dentículos, pois dentes com características próximas apresentam formatos diferentes para os dentículos **(Figuras 4.18 e 4.19)**.

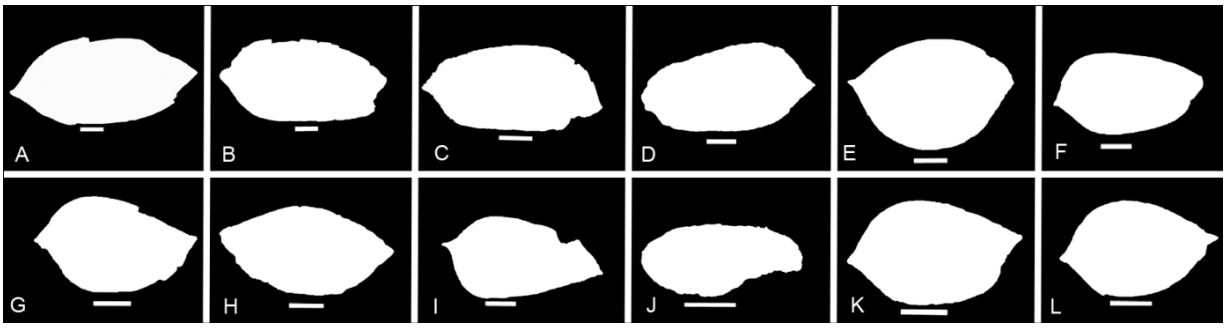



**Figura 4.18** Variedades no desenho da seção basaldos dentes de Theropoda. Exemplares: A- MPMA-12-00D1-97, B- MPMA-12-00D2-97, C- MPMA-12-00D3-97, D- MPMA-12-00D5-97, E- MPMA-12-00D6-97, F- MPMA-12-00D4-97, G- MPMA-12-00D9-97, H- MPMA-12-00D8-97, I- MPMA-12-00D7-97, J- MPMA-12-0D13-97, K- MPMA-12-0D12-97, L- MPMA-12-0D11-97. Barra de escala= 2 mm.

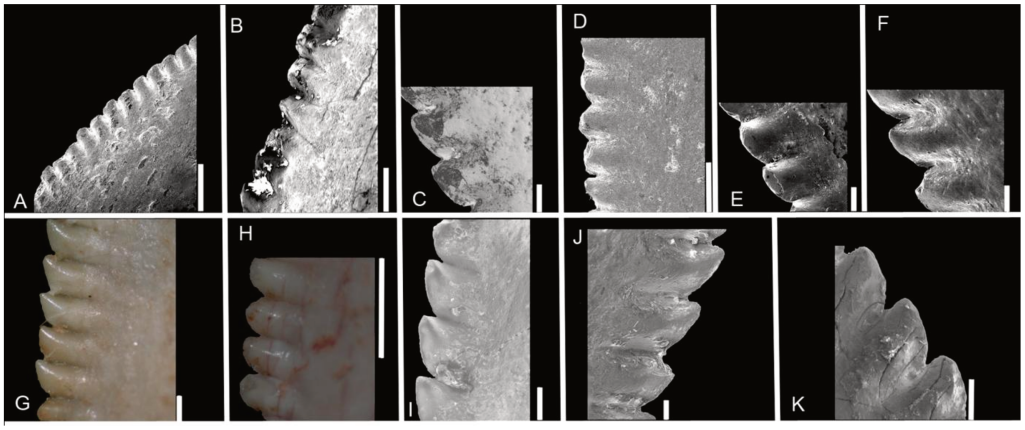



**Figura 4.19** Variedades no formato dos dentículos de Theropoda.Exemplares: A- MPMA-12-00D1-97, B- MPMA-12-00D2-97, C- MPMA-12-00D3-97, D- MPMA-12-00D5-97, E- MPMA-12-00D6-97, F- MPMA-12-00D4-97, G- MPMA-12-00D9-97, H- MPMA-12-00D8-97, I- MPMA-12-00D7-97, J- MPMA-12-0D13-97, K- MPMA-12-0D12-97. Barra de escala: A, B, C, D, E= 500µm; F, I, J e K = 200µm; G=2mm; H=1mm.

Foi possível inferir que os exemplares de dentes de terópodes depositados no Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price em Peirópolis MG e os do Department of Anatomical Sciences, Health Sciences Center T8-040, Stony Brook University são labiolingulamente achatados e apresentam dentículos da base ao ápice das carenas anterior e posterior, características semelhantes aos dentes encontrados no afloramento Santa Irene **(Figura 4.20).**

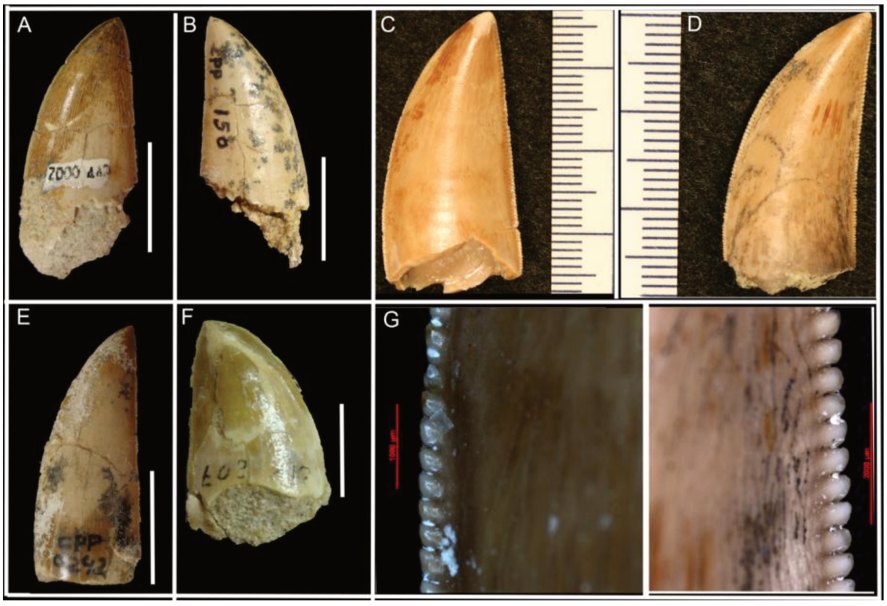



**Figura 4.20** A- CPP-0002, B- CPP-150, E- CPP-0242, F- CPP-207 – exemplares de Peirópolis MG; C, D e G- exemplares do Department of Anatomical Sciences, Health Sciences Center T8-040, Stony Brook University. Barra de escala: A, B, E= 2mm; F= 1mm.

## 5 CROCODYLIFORMES

Da mesma forma que dentes isolados de Theropoda, os de Crocodyliformes também não são encontrados com freqüência no município de Monte Alto**.** **N**os últimos anos foram descritas novas espécies encontradas em rochas sedimentares da Formação Adamantina na região de Monte Alto. Dentre eles estão o peirossaurídeo *Montealtosuchus arrudacamposi* (Carvalho *et al*., 2007), o esfagessaurídeo *Sphagesaurus montealtensis* (Andrade *et al.*, 2008) e *Morrinhosuchus luziae* (Iori & Carvalho, 2009) e no afloramento Santa Irene, foram coletados isolados (sem nenhum vestígios da pré-maxila, maxila ou mandíbula) oito dentes (08) de Crocodyliformes (Figura 2.4) e que fazem parte desta pesquisa.

Segundo Carvalho *et al*. (2005), esfagessaurídeos, peirossaurídeos, notossúquios, os baurussuquídeos e trematochampsídeos**,** são encontrados na Bacia Bauru. Dentre esses Crocodyliformes estão *Sphagesaurus huenei* (Price, 1950) DGM-332-R, *Mariliasuchus amarali* (Carvalho & Bertini, 1999) UFRJ-DG 50R*, Adamatinasuchus navae* (Nobre & Carvalho, 2006) UFRJ-DG 107R*, Mariliasuchus robustus* (Nobre *et.al*, 2007) UFRJ-DG 56R*, Sphagesaurus montealtensis* (Andrade & Bertini, 2008) MPMA-15-1/90*, Armadilosuchus arrudai* (Marinho & Carvalho, 2009) UFRJ-DG 303R, *Morrinhosuchus luziae* (Iori & Carvalho, 2009) MPMA-07-0009-01 , *Baurusuchus pachecoi* (PRICE, 1945) DGM-229-R, *Baurusuchus salgadoensis* (Carvalho *et al*., 2004) MPMA-62-0001-02*, Stratiotosuchus maxhechti* (Pinheiro *et al*., 2008) URC R.73, *Peirosaurus tormini* (Price, 1955) DGM-433 R, *Uberabasuchus terrificus* (Carvalho *et al.* 2004) CPPLIP-630*, Montealtosuchus arrudacamposi* (Carvalho *et al*., 2007) MPMA-16-0007-04 , os trematochampsídeos *Itasuchus jesuinoi* (Price, 1945) DGM- 434R, *Goniopholis paulistanus* (Roxo, 1936) DGM-258R e DGM-259R. Para posterior análise morfológica com os exemplares de dentes isolados de Crocodyliformes coletados no afloramento Santa Irene, são apresentados a seguir algumas características dentárias de algumas famílias de Crocodyliformes citadas acima.

## 5.1 Notossuquídeos

Os notossuquídeos compõem um grupo de Crocodyliformes bastante peculiar e que tem uma ampla ocorrência em rochas Cretácicas da América do Sul e África. Estes fazem parte de uma fauna terrestre característica do Gondwana. Apresentavam hábitos terrestres, com narinas de posição anterior e órbitas de grandes dimensões, dispostas lateralmente no crânio (Carvalho & Bertini, 1999). A dentição é extremamente especializada, com dentes incisiviformes, dentes caniniformes hipertrofiados e uma curta série de dentes posteriores com implantação oblíqua. Os dentes maxilares são comprimidos antero-posteriormente, com a face labial lisa e a face lingual ornamentada com estrias e dentículos posicionados longitudinalmente; já os dentes mandibulares posteriores eram de igual construção morfológica, com a face denticulada, orientada lingualmente em oclusão com os dentes maxilares. Esta especialização dentária reflete uma provável onivoria do grupo (Carvalho *et al*., 2007) **(Figura 5.1)**.

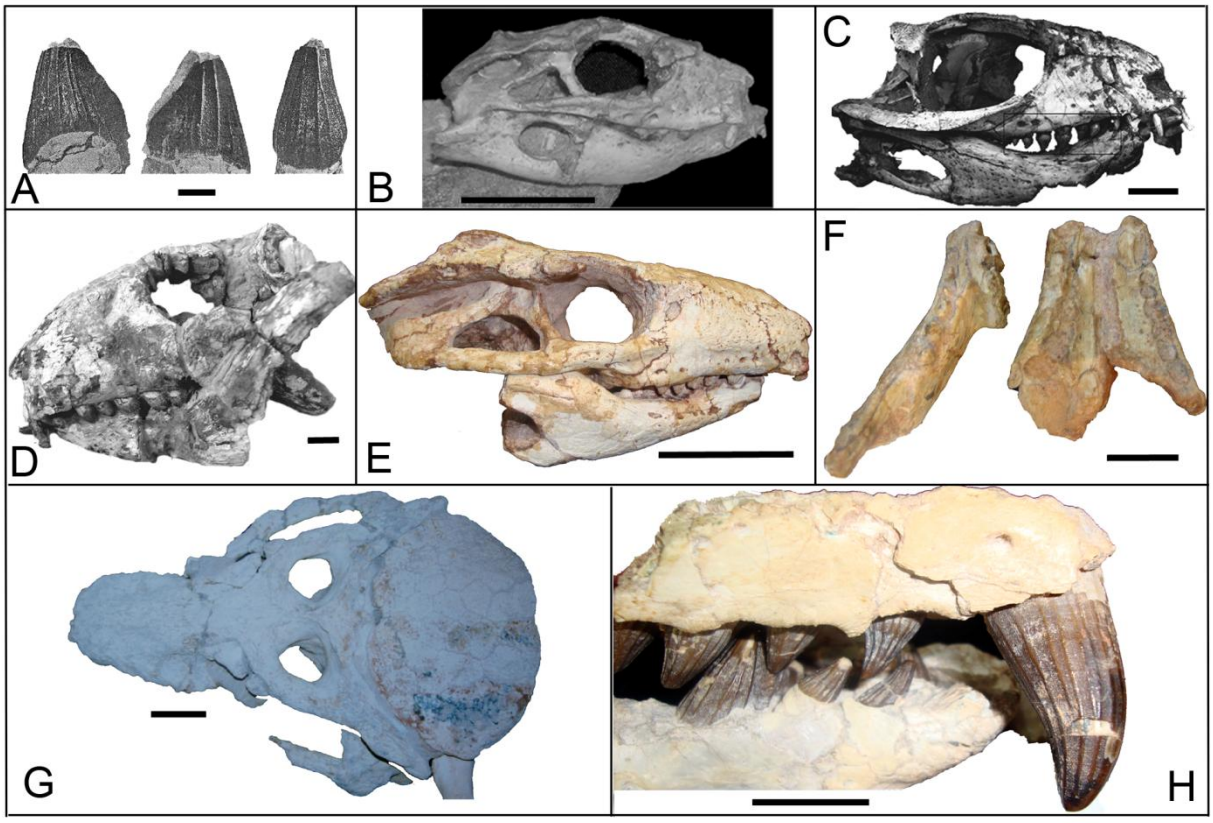



**Figura 5.1** A- Material dentário de Sphagesaurus huenei DGM-332-R; B- Maríliasuchus amarali (UFRJ-DG 50R); C- Adamantinasuchus navae (UFRJ-DG 107R); D- Maríliasuchus robustus (UFRJ-DG 56R); E- Sphagesaurus montealtensis )MPMA-15-1/90; F- Morrinhosuchus luziae (MPMA-07-0009-01); G e H - Armadillosuchus arrudai (UFRJ-DG 303R e MPMA-64-0001-04). Barra de escala: A, E e G=5mm; B= 20mm; C e D= 1cm; F e H= 2cm.

## 5.2 Baurusuquídeos

Os baurussuquídeos constituíam Crocodyliformes de médio porte e hábitos terrestres, encontrados em Bacias do Cretáceo do Gondwana, e em Bacias do Paleógeno da Europa e da África. Desde 1945 diversos fósseis de baurusuquídeos foram encontrados no oeste do Estado de São Paulo, provenientes das rochas da Formação Adamantina, Bacia Bauru, Cretáceo Superior (ARRUDA, *et al*., 2004). A presença de grandes dentes caniniformes com carenas dentadas em *Baurusuchus* e a comprovação que a dentição completa deste Crocodyliforme é de fato semelhante às características dos Theropoda, sugerem que estes animais foram predadores terrestres de grande porte durante o Cretáceo **(Figura 5.2)**.

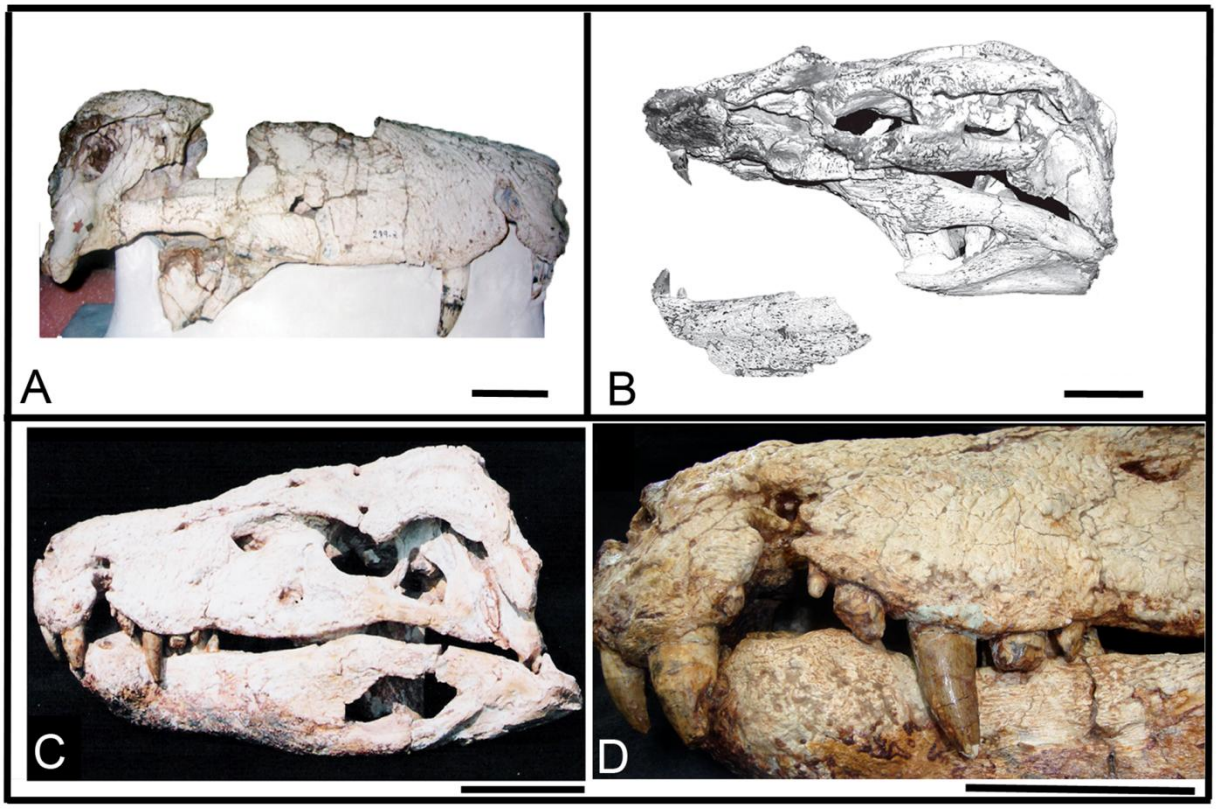



**Figura 5.2** A- *Baurusuchus pachecoi* (DGM-229-R) (Fotografia de Antonio Celso de Arruda Campos); B- *Stratiotosuchus maxhechti* (URC R.73); C e D *Baurusuchus salgadoensis* (MPMA-62-0001-02). Barra de escala: A, B e D-5cm; C-10cm.

## 5.3 Peirossaurídeos

Os Peirosauridae tinham médio à grande porte, crânios moderadamente altos, órbitas laterais, narinas frontalmente orientadas, membros moderadamente alongados e robustos, osteodermos sem quilha e pouco espessos, dispostos em duas fileiras que se estendem da região cervical até a caudal; enquanto outros osteodermos estavam dispostos nas laterais do tronco. Sua dentição foi pouco diferenciada, apresentando alguns dentes hipertrofiados na maxila e mandíbula, dentes mais abaulados e finamente serrilhados na porção posterior de ambos os ossos (Vasconcellos, 2006) **(Figura 5.3)**.

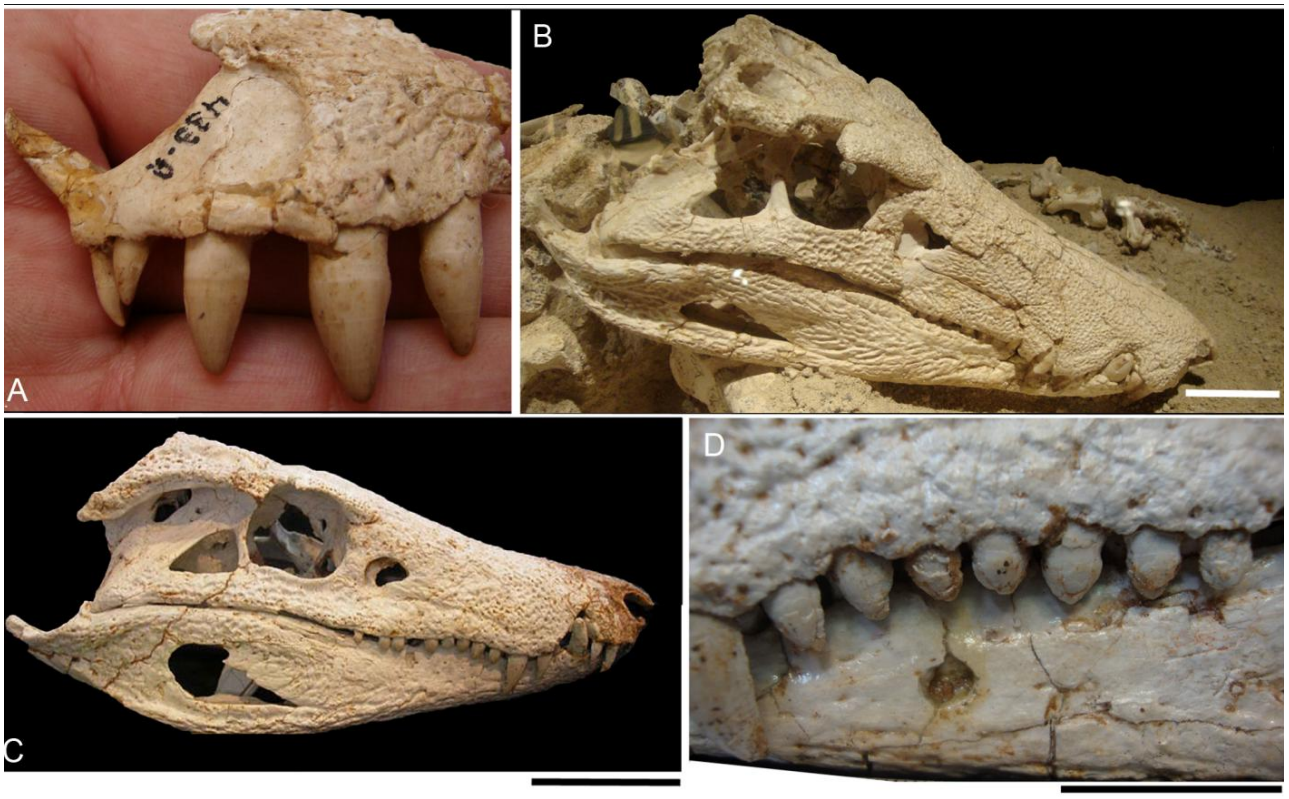



**Figura 5.3** A- Peirosaurus tormini (DGM-433 R); B- Uberabasuchus terrificus (CPPLIP-630), C e D- Montealtosuchus arrudacamposi (MPMA-16-0007-04). Barra de escala: B e C – 5cm; D- 2cm.

## 5.4 Trematochampsideos

Existem muitas controvérsias sobre a filogenia da família Trematochampsidae. Entre os Crocodyliformes da família Trematochampsidae destaca-se *Itasuchus jesuinoi*, que foi enquadrado por Price (1955) dentro da família Goniopholidae, atualmente considerado como um Crocodyliforme pertencente à família Trematochampsidae.

Trematochampsídeos possuíam focinho profundo, e apresentavam uma estrutura dentária zifodonte (Buckley & Brochu, 1999). Assim exibiam a dentição diferente da maioria dos crocodilianos. Os dentes apresentam heterodontia, sendo, em regra, recurvados, serrilhados e lateromedialmente comprimidos. Isto pode ser decorrente de uma adaptação para o ambiente terrestre ou, pelo menos, estilo de vida semiterrestre, já que tais dentes seriam mais adequados para o corte e rasgo, e não para captura e manutenção das vítimas debaixo de água. Apesar disso, a maioria trematochampsideos se presume ter sido aquática (Rogers *et al.*,2007) **(Figura 5.4)**.

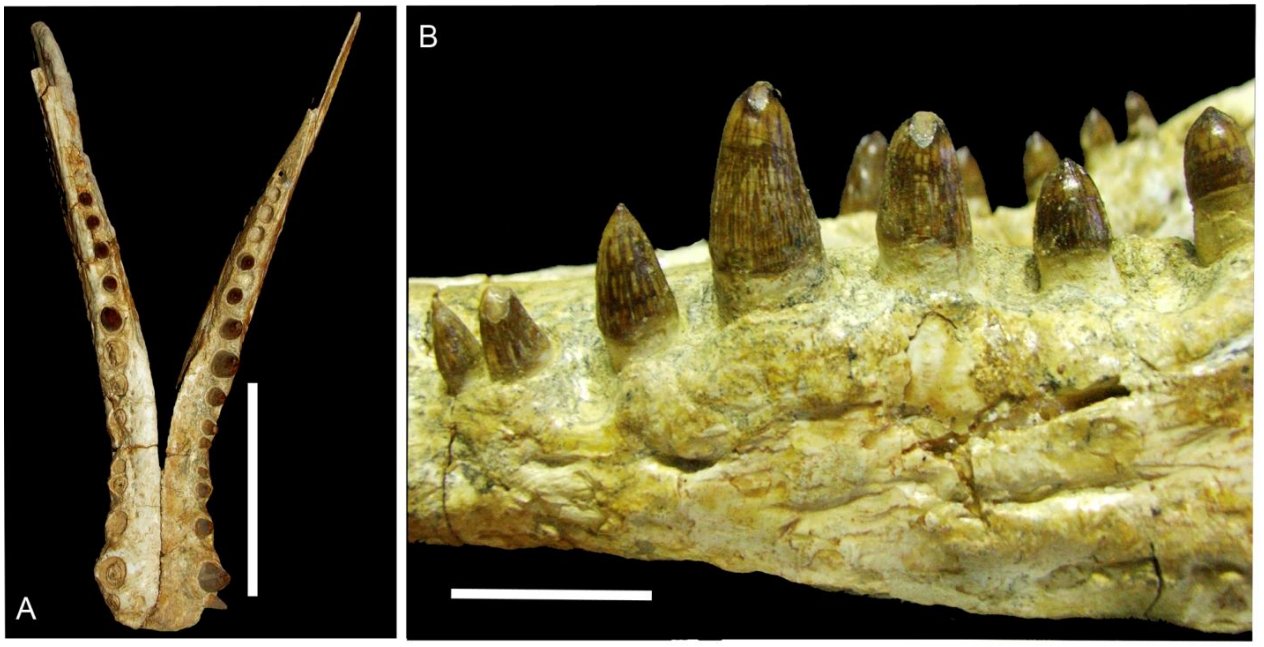



**Figura 5.4** A e B- *Itasuchus jesuinoi* (DGM- 434R) (Fotografias de Fabiano Vidoi Iori). Barra de escala: A=10cm; B= 2cm.

## 5.5 Goniopholídeo

*Goniopholis paulistanus* é uma espécie de Crocodyliforme oriunda do Grupo Bauru, proveniente de rochas da Formação Adamantina, definida a partir de dentes isolados, desconhecendo-se outros aspectos da anatomia craniana. Os dentes de *Goniopholídeos* possuíam aproximadamente 50 estrias longitudinais em cada dente e não excediam em geral mais de 0,5mm (Campos *et al*., 2005) **(Figura 5.5)**.

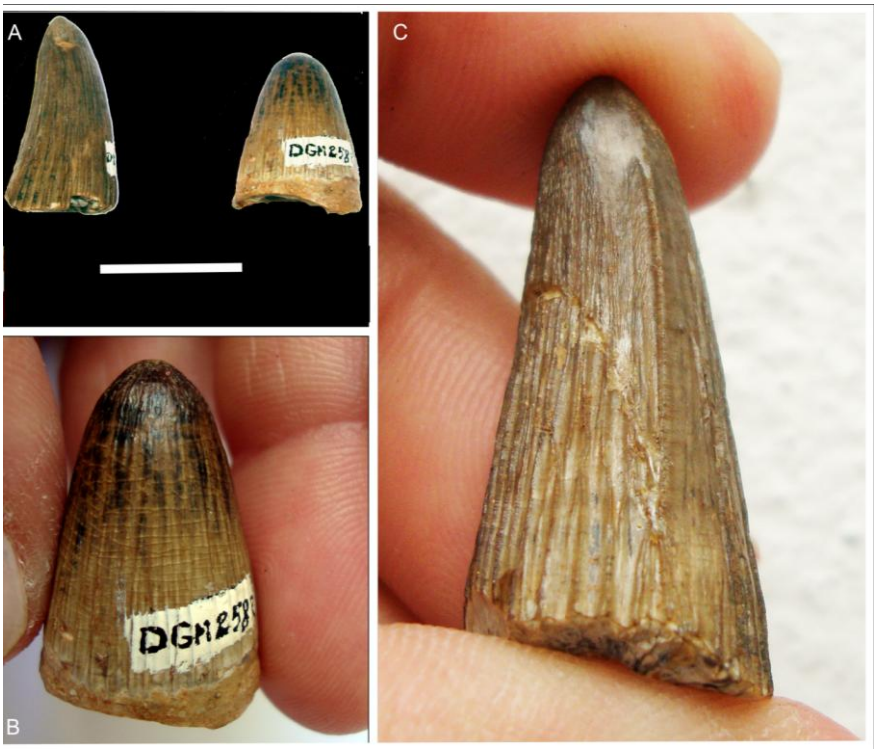



**Figura 5.5** A, B e C- Dentes de *Goniopholis paulistanus* (DGM-258R e DGM-259R). Barra de escala: A= 2mm

## 5.6 Descrição dos dentes de crocodiliformes do Afloramento Santa Irene

Números de tombo MPMA12-0D19-97 a MPMA12-0D26-97

### 5.6.1 MPMA-12-0D19-97

Coroa fragmentada na porção basal, altura de 27,8 mm, em forma de cone apresentando sulcos do ápice à porção basal. Os sulcos são formados por estrias longitudinais descontínuas, sendo mais profundos na porção mesial/ basal. Face labial levemente convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior arredondada, com 10,3 mm de comprimento. Carenas, anterior e posterior, com lâminas que separam a porção lingual da labial (**Figura 5.6**).

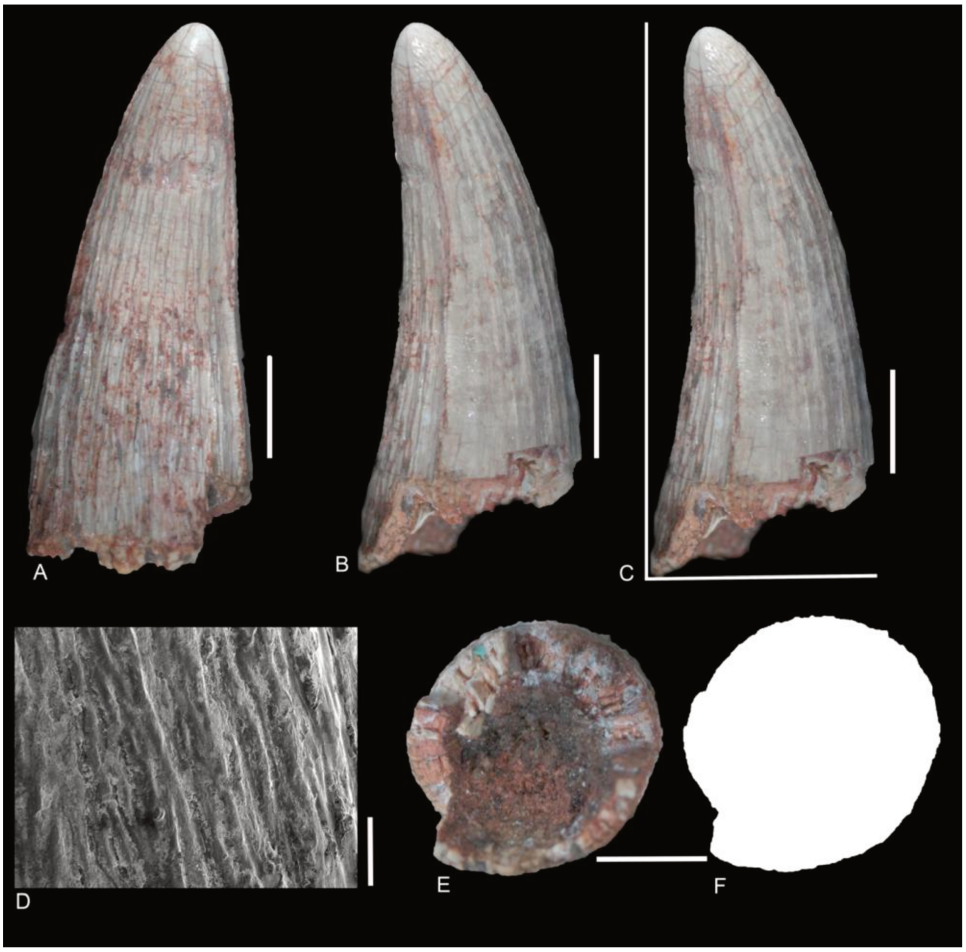



**Figura 5.6** A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D19-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- inclinação da face lingual; D- Detalhe dos sulcos formados por estrias longitudinais descontínuas; E e F- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, E e F = 5mm; D= 500μm.

### 5.6.2 MPMA-12-0D20-97

Coroa preservada, altura de 20,1mm, em forma de cone; estrias longitudinais descontínuas, sendo mais profundos na porção mesial/ basal. Face labial levemente convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior arredondada, com 9,7mm de comprimento. Carenas, anterior e posterior, com lâminas que separam a porção lingual da labial **(Figura 5.7)**.

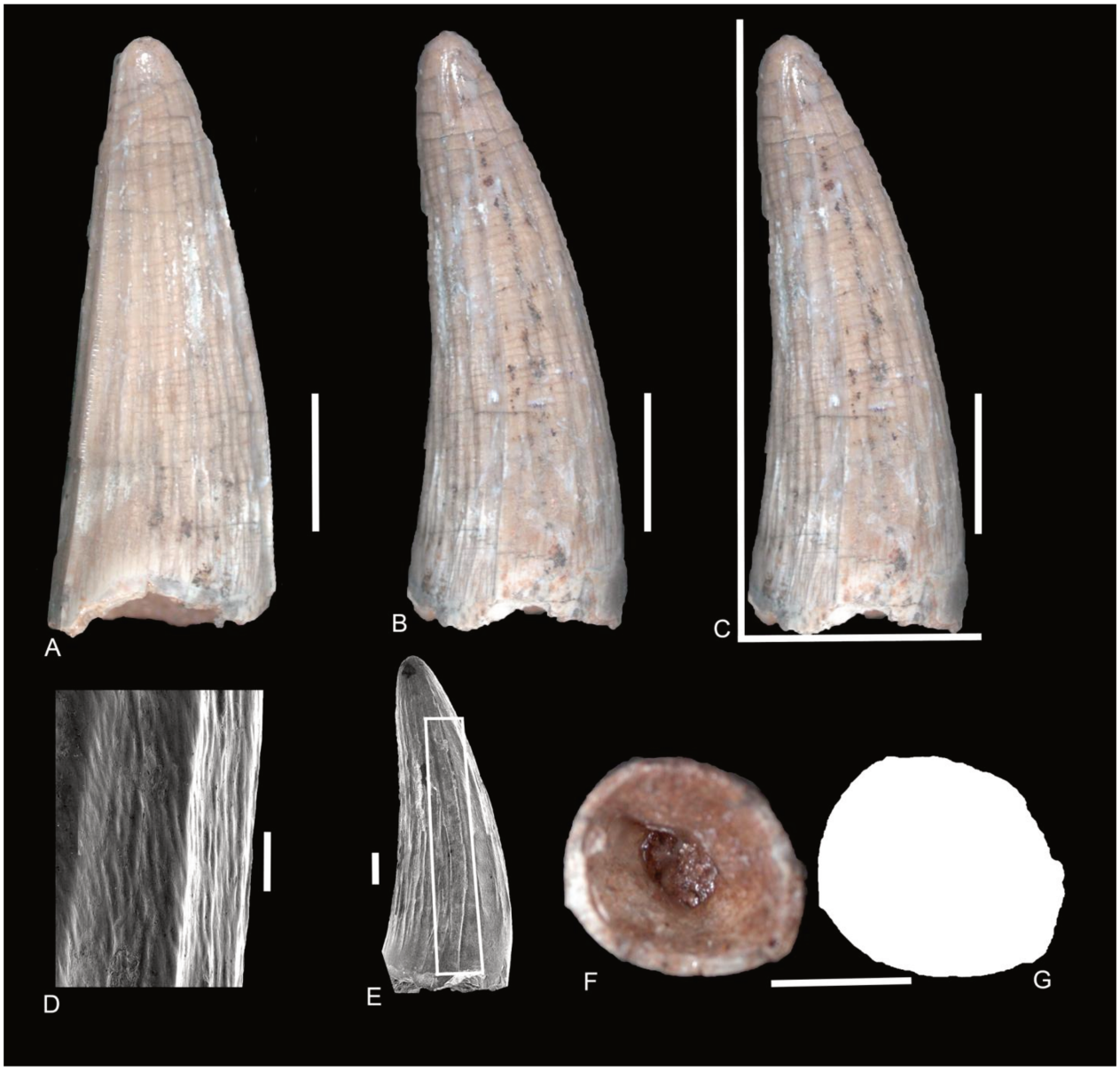



**Figura 5.7** A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D20-97; B e E- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D- Detalhe dos sulcos formados por estrias longitudinais descontínuas; F e G- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, F e G = 5mm; D= 500µm e E= 2mm.

### 5.6.3 MPMA-12-0D21-97 e MPMA-12-0D22-97

Os exemplares MPMA-12-0D21-97 e MPMA-12-0D22-97 estão conservado na matriz rochosa. No exemplar MPMA-12-0D21-97, a coroa está preservada, altura de 25,5mm, em forma de cone com sulcos do ápice à porção basal. Os sulcos são formados por estrias longitudinais descontínuas mais profundas na porção mesial/basal. Face labial levemente convexa e lingual côncava. Carenas, anterior e posterior, apresentam estrutura em forma de lâminas que separam a porção lingual da labial. Já o exemplar MPMA-12-0D22-97, apresenta coroa bastante fragmentada em visão labial, altura de 19,4mm, em forma de cone com sulcos fragmentados em vista lingual do ápice à porção basal **(Figura 5.8)**.

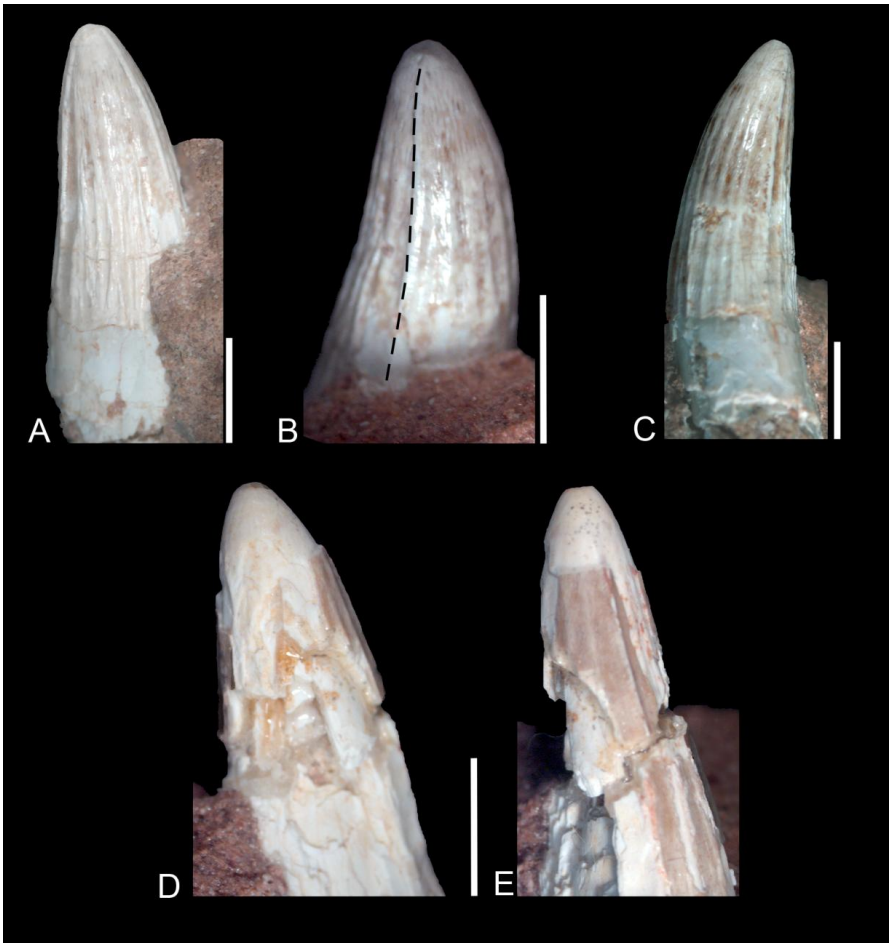



**Figura 5.8** A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D21-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial MPMA-12-0D21-97; C- Vista geral da face labial MPMA-12-0D21-97; D- Vista geral da face lingual MPMA-12-0D22-97; E- Vista geral da face labial MPMA-12-0D22-97. Barra de escala A, B, C, D e E= 5mm.

### 5.6.4 MPMA-12-0D23-97

Coroa preservada, altura de 20,7mm, em forma de cone, com sulcos do ápice à porção basal. Os sulcos são formados por estrias longitudinais descontínuas sendo mais profundos na porção mesial/ basal. Face labial levemente convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior arredondada, comprimento de 6,5mm. Carenas, anterior e posterior, com lâminas que separam a porção lingual da labial **(Figura 5.9).**

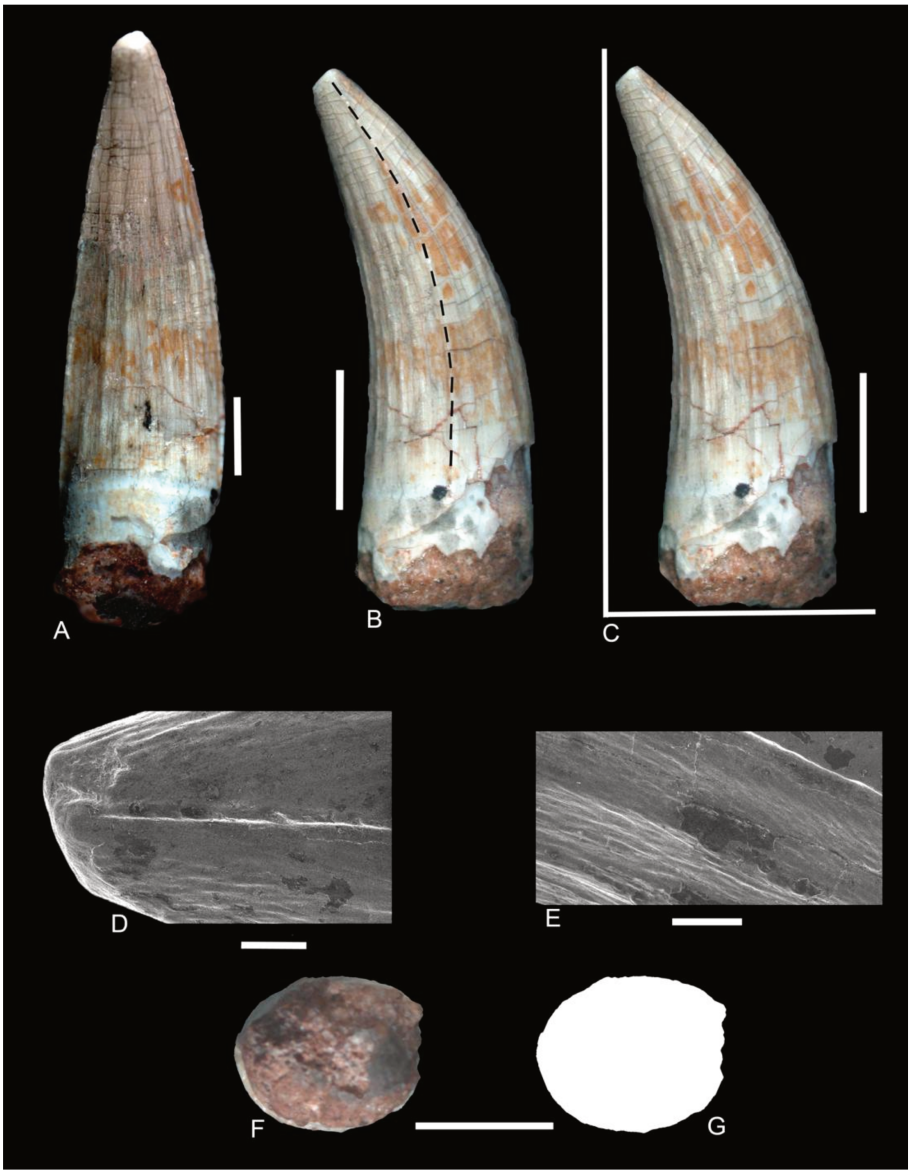



**Figura 5.9** A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D23-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D e E-Detalhe dos sulcos formados por estrias longitudinais descontínuas; F e G- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, F e G = 5mm; D e E= 500μm.

### 5.6.5 MPMA-12-0D24-97

Coroa preservada, altura de 13,7mm, em forma de cone apresentando sulcos do ápice à porção basal. Os sulcos são formados por estrias longitudinais descontínuas, sendo mais profundos na porção mesial/ basal. Face labial convexa e lingual côncava. Seção basal antero-posterior arredondada, com 5,6mm de comprimento. Carenas, anterior e posterior, com as bordas levemente serrilhadas que separam a porção lingual da labial **(Figura 5.10).**

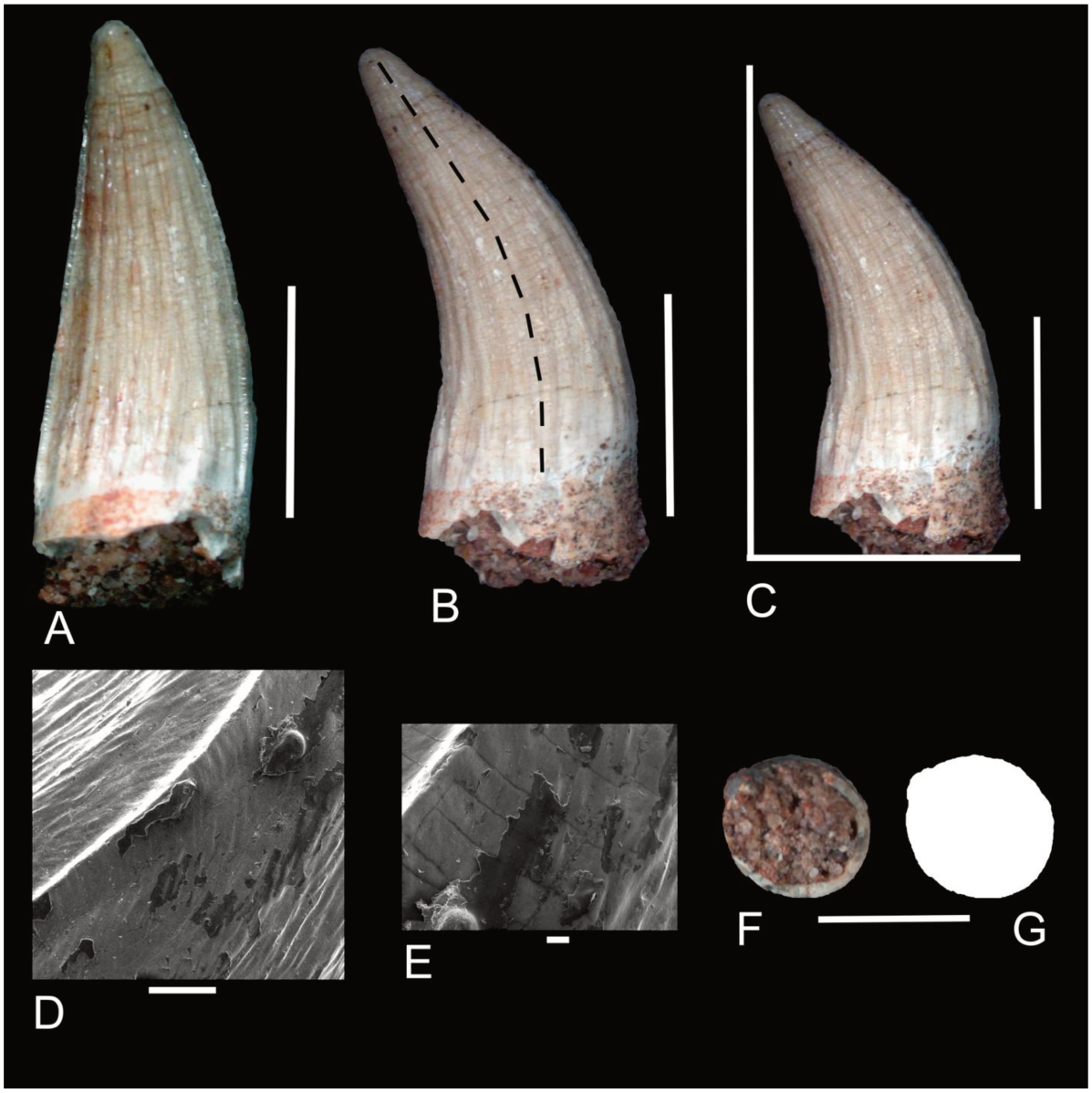



**Figura 5.10** A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D24-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D e E- Detalhe dos bordos serrilhados; F e G- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, F e G = 5mm; D= 500μm; E= 100μm.

### 5.6.6 MPMA-12-0D25-97

Coroa bem preservada com fragmentação na base, altura de 18,6mm, em forma de cone apresentando sulcos do ápice à porção basal. Os sulcos formados por estrias longitudinais descontínuas, são mais profundos na porção mesial/ basal. Face labial levemente convexa e lingual levemente côncava. Seção basal antero-posterior arredondada, com 11,0mm de comprimento. Carenas, anterior e posterior, com as bordas serrilhadas que separam a porção lingual da labial (**Figura 5.11**).

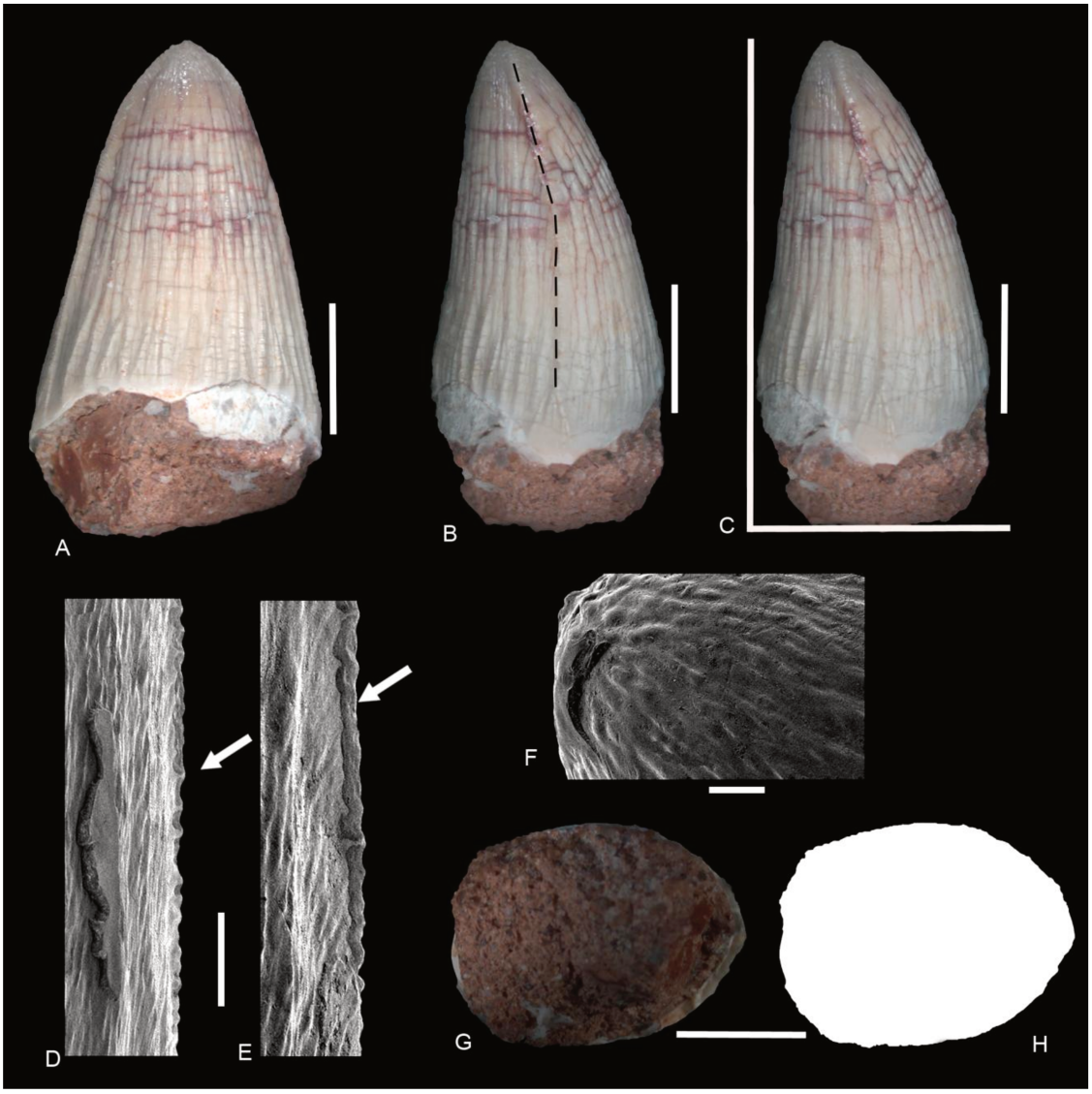



**Figura 5.11** A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D25-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D- Detalhe dos bordos serrilhados; F e G- Desenho da seção basal. Barra de escala: A, B, C, H e G = 5mm; D, E e F= 500μm.

### 5.6.7 MPMA-12-0D26-97

Coroa bem preservada, altura de 14,5mm, em forma de cone apresentando sulcos do ápice à porção basal. Os sulcos são formados por estrias longitudinais descontínuas, profundos ao longo de toda a coroa. Face labial e lingual levemente convexa. Seção basal antero-posterior arredondada, com 11,8mm de comprimento. Carenas, anterior e posterior, com as bordas serrilhadas que separam a porção lingual da labial **(Figura 5.12).**

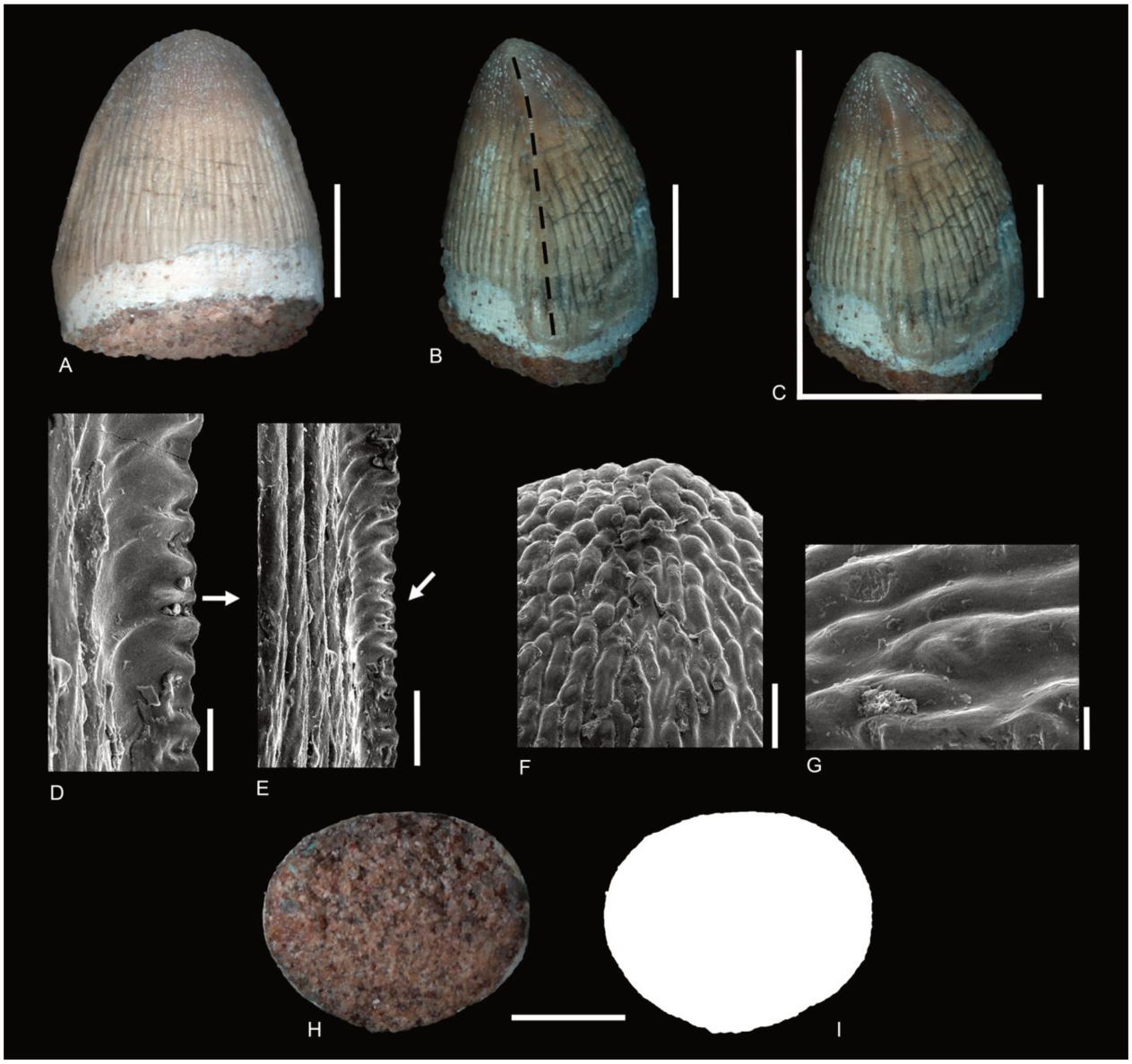



**Figura 5.12** A- Vista geral da face lingual do exemplar MPMA-12-0D26-97; B- Detalhe da separação da face lingual da labial; C- Inclinação da face lingual; D e E- Detalhe dos bordos serrilhados; F e G- Detalhe dos sulcos formados por estrias longitudinais ao longo da carena. H e I – Desenho da seção basal transversal. Barra de escala: A, B, C, H e I = 5mm; D, E, F e G= 500μm.

## 5.7 Discussão Sobre Dentes de Crocodyliformes

Neste estudo foi possível observar que diferente dos dentes de Theropoda que são, lateralmente achatados, bordos serrilhados e dentículos apresentando morfologias distintas e com sulcos (Benton, 1990) os dentes de Crocodyliformes são cônicos, com estriamento ao longo da carena, e bordos serrilhados do tipo falso zifodonte. A seção basal arredondada é uma das principais características que permitem a classificação de dentes isolados como Crocodyliformes, uma vez que as demais morfologias dentárias podem ser bastante diversas.

A morfologia dos dentes pode estar relacionada aos hábitos alimentares. Os Theropoda aparentemente tinham uma dieta eminentemente carnívora. Já as dentições de Crocodyliformes indicam uma alimentação onívora, sendo seus dentes aptos não só ao corte, mas também à trituração de alimentos duros, como ossos ou conchas de moluscos. Nos exemplares em estudo, observou-se que o desenho da seção basal é circular em todos os dentes **(Figura 5.13)**.

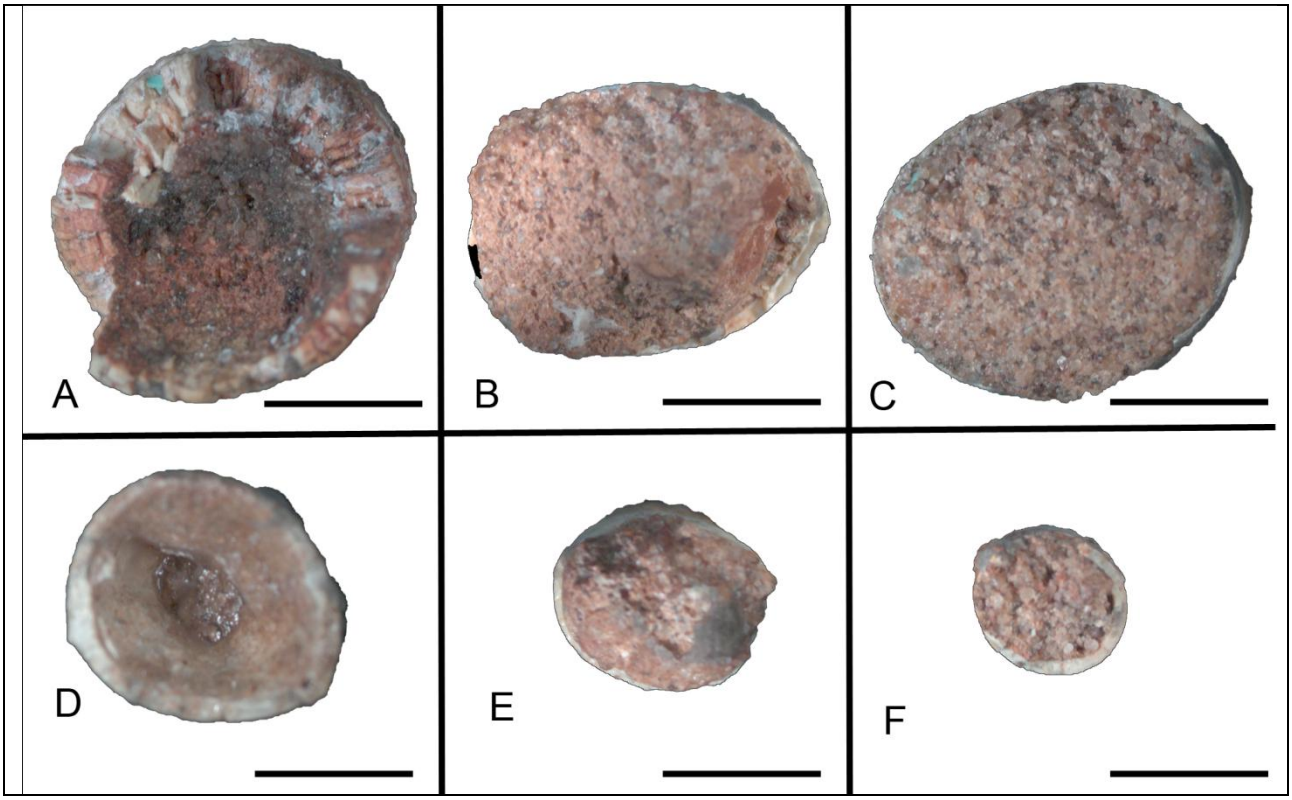



**Figura 5.13** Desenho da seção basal. A- exemplar MPMA-12-0D19-97; B- exemplar MPMA-12-0D25-97; C- exemplar MPMA-12-0D26-97; D – exemplar MPMA-12-0D20-97, E- exemplar MPMA-12-0D23-97; F- exemplar MPMA-12-0D24-97. Barra de escala= 5mm.

Foi possível concluir que os exemplares dentários de números MPMA-12-0D19-97 a MPMA-12-0D26-97 (**Figuras 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.12**) pertencem aos Crocodyliformes e que possuem grandes semelhanças morfológicas observadas na família Goniopholidae, como estrias longitudinais formando sulcos salientes. Entretanto, não é seguro enquadrá-los nesta família, uma vez que a ocorrência da mesma no Brasil foi definida apenas a partir de dentes isolados **(Figura 5.5)**, desconhecendo-se outros aspectos da anatomia craniana. Assim, optou-se por colocá-los dentro da família Trematochampsidae **(Figura 5.4 e 5.14)**, pois possuem as características gerais desta. Apresentavam heterodontia, sendo os exemplares de número MPMA-12-0D19-97, MPMA-12-0D20-97, MPMA-12-0D21-97 e MPMA-12-0D22-97 **(Figuras 5.6, 5.7, 5.8)**, recurvados com estriamento longitudinal nas carenas e lateromedialmente comprimidos. Os exempalres MPMA-12-0D23-97, MPMA-12-0D24-97, MPMA-12-0D25-97 e MPMA-12-0D26-97 apresentam as caracteísticas descritas para os dentes indicados acima, porém, possuem os bordos das carenas serrilhados, sendo os exemplares MPMA-12-0D25-97 e MPMA-12-0D26-97, menos recurvados **(Figura 5.14).**

Estes exemplares se distinguem da descrição proposta para dentes de baurussuquídeos (**Figura 5.2**), que possuem dentes com a face lingual e labial lisa, grandes dentes caniniformes comprimidos labiolingualmente e com carenas serrilhadas. Foi observado em dentes de baurusuchus, ainda em estudo, que estes apresentam dentículos mais arredondados e uniformes ao longo de toda a carena anterior enquanto os dentículos presentes na carena posterior finalizam-se no meio desta; e dos peirosaurideos (**Figura 5.3**) que possuem dentes mais abaulados e finamente serrilhados na porção posterior e com face lingual e labial lisa.Pode-se inferir, ainda, que os exemplares MPMA-12-0D19-97, MPMA-12-0D20-97, MPMA-12-0D21-97, MPMA-12-0D22-97, MPMA-12-0D23-97 e MPMA-12-0D24-97, por apresentar ápice bastante inclinado lingualmente, poderiam localizar-se na porção anterior da série dentária.

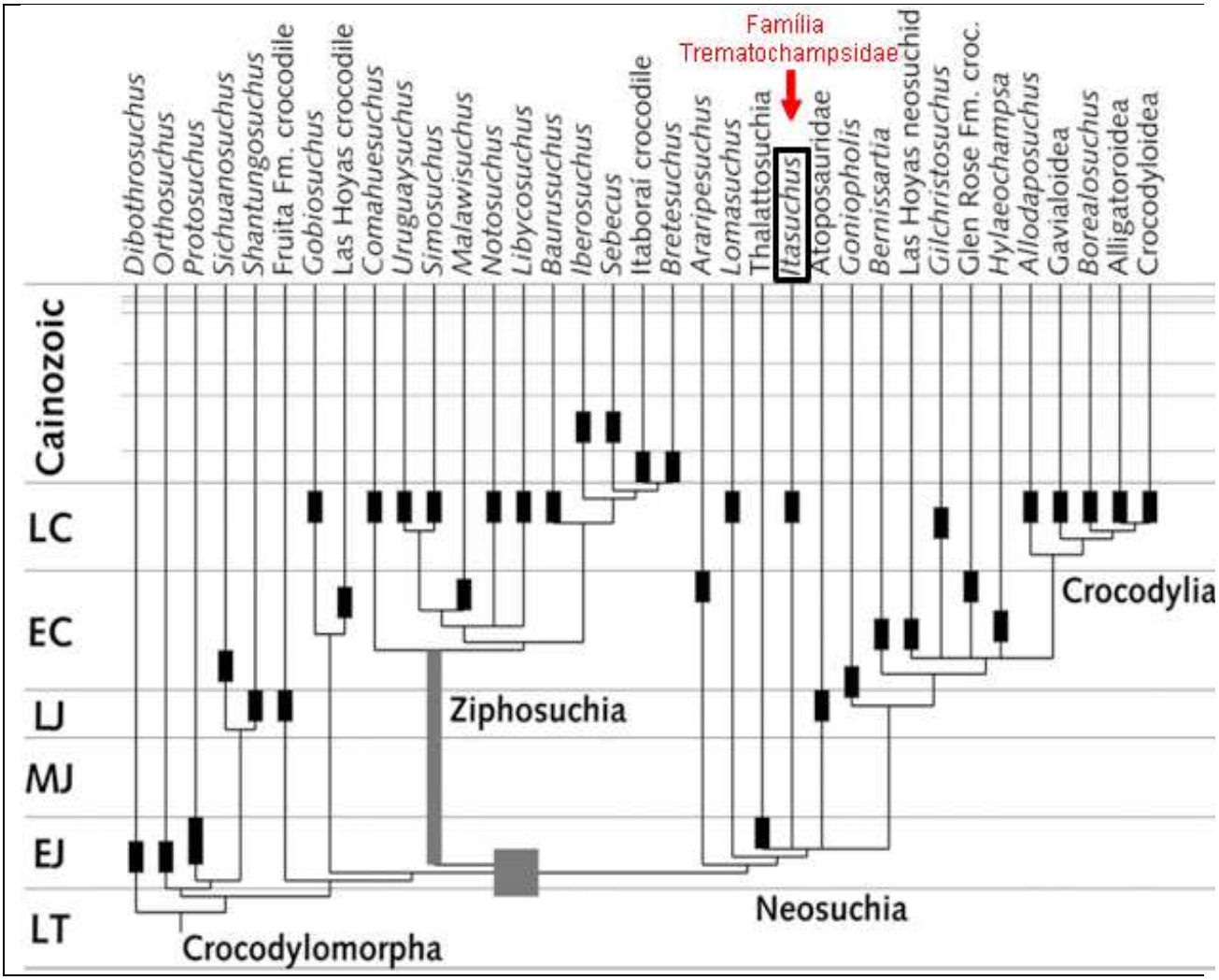



**Figura 5.14** Cladograma apresentando as relações filogenéticas para os principais grupos de Crocodyliformes. (BUSCALIONI *et. al.,* 2004).

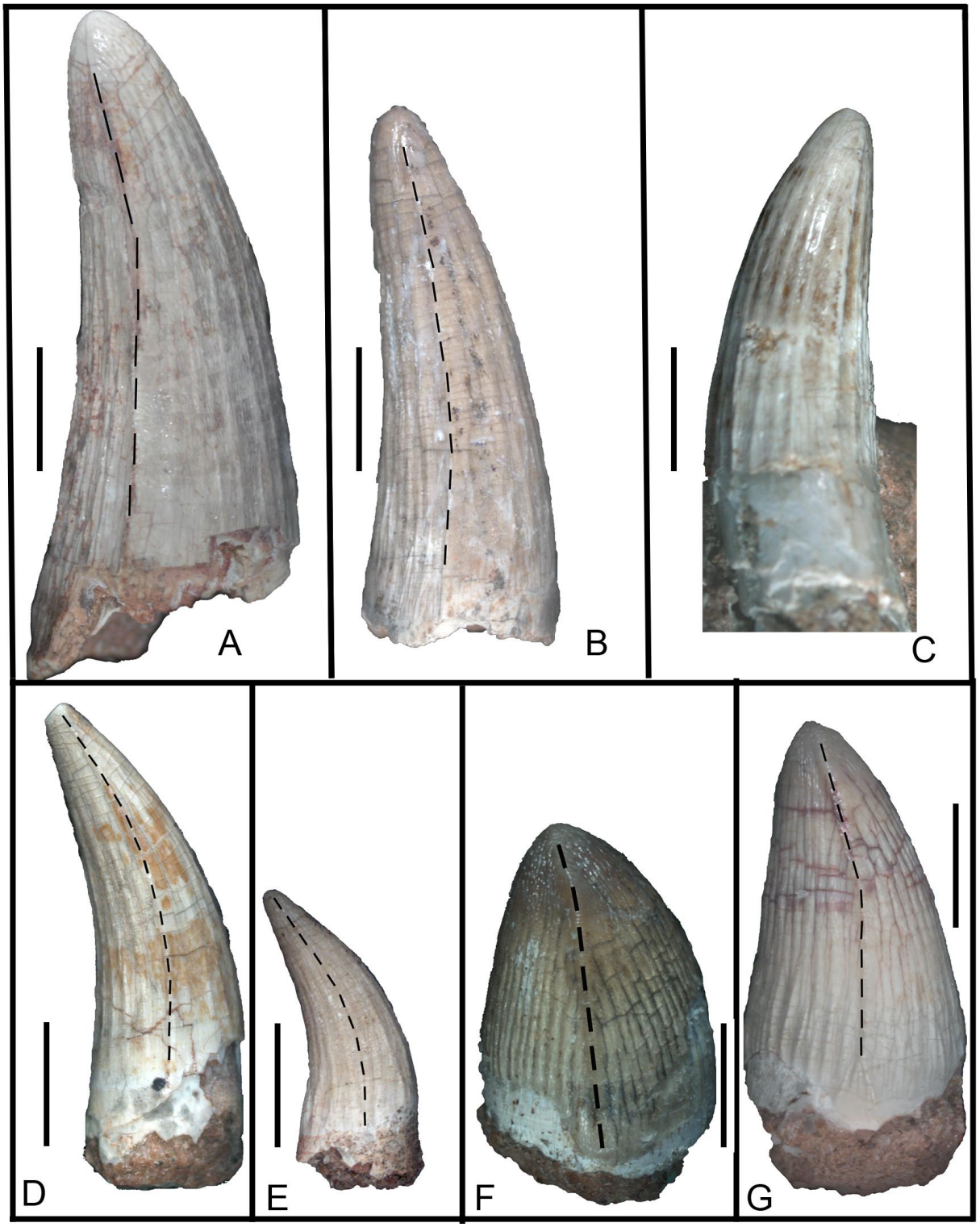



**Figura 5.15** Comparação entre os exemplares de Crocodyliformes. A- exemplar MPMA-12-0D19-97; B- exemplar MPMA-12-0D20-97; C- exemplar MPMA-12-0D21-97; D- exemplar MPMA-12-0D23-97; E- exemplar MPMA-12-0D24-97; F- exemplar MPMA-12-0D25-97 e G- exemplar MPMA-12-0D26-97. Barra de escala = 5mm

# 6 INFERÊNCIAS PALEOECOLÓGICAS

## 6.1 Tafonomia

A Tafonomia é uma importante ferramenta para a resolução de problemas paleontológicos e sedimentológicos. É o estudo dos processos que ocorrem desde a morte dos organismos até sua incorporação final na rocha (Benton, 2008). Vale-se das mesmas regras que governam relações ecológicas modernas para refazer as relações entre organismos do passado e seu meio ambiente, inferido a partir dos fósseis (Dutra, 2000).

O registro das concentrações fossilíferas demonstra o retrato de morte dos organismos, sendo distorcido e repleto de tendenciamentos introduzidos pelos processos tafonômicos (Seilacher, 1970; Simões & Kowalewski, 1998). O objetivo da Paleontologia é a compreensão do retrato de vida a partir da identificação dos processos tafonômicos, sedimentares e temporais que atuam para formar o retrato de morte (Seilacher, 1970; Holz & Simões, 2000).

Através dos estudos tafonômicos pode-se demonstrar que as assembléias fósseis são também o reflexo das condições existentes no ambiente de deposição, em geral distinto daquele em que viveram os organismos. Quando um fóssil é preservado, este comumente passou por uma série de eventos como: apodrecimento dos tecidos moles, transporte e quebra dos tecidos duros, soterramento e modificação dos tecidos duros (Benton, 2008)

Segundo Holz &Simões (2002) a análise tafonômica de um fóssil deve incluir um estudo dos parâmetros ambientais ou bióticos que levaram um organismo à morte, pois pode existir um vinculo forte entre o tipo de mortandade e o evento de soterramento. Assim, a análise tafonômica abrange a morte do organismo e a pesquisa de suas causas, a necrólise e a desarticulação esquelética, o transporte, o soterramento final até a diagenese e a sua influência sobre a fossilização **(Figura 6.1)**.

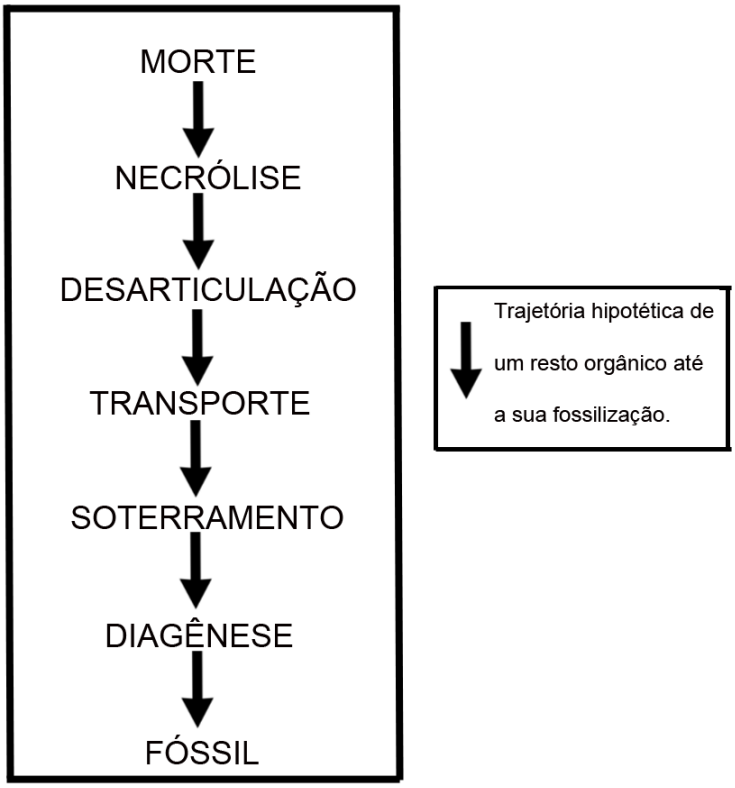



**Figura 6.1** – Resumo das etapas da análise tafonômica, visando a reconstituição desde a morte até o soterramento de um organismo (modificado HOLZ & SIMÕES, 2002).

Na natureza, entretanto, as etapas da fossilização não ocorrem necessariamente de maneira linear, mas como superposições. Segundo a definição apresentada por Behrensmeyer & Kidwell (1985), para a compreensão mais ampla dos processos de preservação, e como eles afetam a informação no registro fossilífero, a Tafonomia abrange duas subdivisões: Bioestratinomia e a Diagenese dos fósseis.

Através dos estudos bioestratinômicos se observa a história sedimentar dos restos esqueléticos até o seu soterramento, incluindo os estudos da causa-morte de um organismo, sua deposição, transporte e sedimentação. A Diagênese dos fósseis indica os processos físicos e químicos que alteram os restos esqueléticos após o soterramento (Flessa *et al.,* 1992).

Quando os elementos ósseos se encontram em ambientes úmidos, a desarticulação do crânio ocorre primeiro. Na sequência são desarticuladas as escápulas dos membros e da coluna vertebral caudal. Por último, há a desarticulação da coluna vertebral dorsal-sacral (Holz & Simões, 2002).

Fósseis articulados ou com grandes partes articuladas, indicam um soterramento logo após a morte ou ainda na fase de destruição de seus elementos não esqueléticos. Já animais que ficaram expostos por muito tempo ou sofreram transporte após a destruição da parte não-esquelética, terão o organismo desarticulado e desgaste nos materiais, principalmente nas extremidades **(Figura 6.2).** Grandes exposições às intempéries levam a fissura e mesmo a desagregação dos materiais ósseos (**Figura 6.3**).

**Figura 6.2** Esqueleto de vaca em estágio intermediário de desarticulação. Os ossos do crânio e dos membros já estão desarticulados, mas a coluna vertebral ainda se mantém firmemente conectada. **Fonte:** *www.ufrgs.br/paleodigital/Tafonomia2.html*

**Figura 6.3** Fóssil coletado nos arredores do afloramento Santa Irene, dentro da Fazenda Santa Irene, demonstrando exposição às intempéries (fissuras).

De acordo com Henderson & Frey (1986), há a diminuição da desarticulação devido ao decréscimo de energia do meio em que o organismo se encontra. No caso de soterramento rápido, as condições e a baixa energia do meio podem ocasionar a ocorrência de restos esqueléticos articulados.

## 6.2 Paleoecologia e Bioestratonomia dos Fósseis do Afloramento Santa Irene

A tafocenose do afloramento Santa Irene possui como caráter distintivo, apresentar preservação pouco comum em relação à outras assembléias fossilíferas de dinossauros Sauropodomorpha encontradas nas demais localidades da região de Monte Alto.

Apesar de comumente a presença de dentes isolados de carnívoros encontrados associados a outros fósseis sejam devido ao seu transporte durante o processo de sedimentação, e que grandes fósseis, como o do titanossaurídeo, serviriam apenas como barreira, acredita-se que, no caso do Afloramento Santa Irene o que ocorreu foi a deposição no próprio local da morte, já que foram encontrados apenas a carcaça fossilizada do Aeolosaurus e dentes dos carnívoros, sem nenhum outro vestígio de fragmentos de outros indivíduos ou dentes de dinossauros herbívoros.

Os fósseis coletados no afloramento Santa Irene, são compostos de parte do pós-crânio articulado de um grande dinossauro herbívoro, em contraposição às demais assembléias que apresentam ossos isolados, indicando transporte dos restos antes de serem recobertos e iniciar-se o processo de fossilização. Na assembléia estudada, a presença do pós-crânio articulado de *Aeolosaurus* pode indicar que a sua morte aconteceu no local ou próximo do local do soterramento/preservação, podendo ser caracterizado como autóctone.

Esta preservação diferencial permite inferências etoecológicas (aspectos que fazem parte da vida das diferentes espécies em seus ecossistemas) dos animais presentes na região e que podem ser parcialmente identificados através dos fósseis encontrados no afloramento Santa Irene. Os Sauropodomorpha, animais herbívoros de grande porte que viveram no período Cretáceo Superior, deveriam precisar de um grande suprimento de água e alimento, o que os forçava a migrar grandes distâncias, a exemplo do que ocorre hoje com elefantes no deserto da Namíbia. Durante a estação chuvosa, os recursos alimentares são mais abundantes de maior qualidade (Owen-Smith, 1988). A água também é amplamente distribuída durante a estação chuvosa e, portanto, não restringe o deslocamento de animais de grande porte, tais como os elefantes, a longas distâncias (De Beer, 2007). Os dinossauros saurópodes assim como os elefantes na

Namíbia, deveriam se deslocar de um campo de água e alimento a outro, cruzando grandes áreas semi-desérticas segundo o curso das estações **(Figura 6.4)**.

**Figura 6.4** Elefantes no deserto da Namíbia. Fonte: http://www.viajaraafrica.com.ar/wp-content/uploads/2011/03/elefantes-en-Namibia.jpg

As migrações em busca de água e alimentos costumam causar grande *stress* aos rebanhos, acontecendo a perda de indivíduos durante as travessias. Estes provavelmente compõem a grande maioria dos fósseis encontrados desarticulados e com sinais de rolagem com desgaste de suas superfícies.

Entretanto, o pós-crânio de *Aelosaurus* do afloramento Santa Irene, provavelmente, não pertence a uma perda, em local seco, durante a migração do bando a procura de alimento, uma vez que se encontra articulado, o que nos leva a inferir que o mesmo deve ter morrido no momento em que se aproximava do curso d'água. Assim, é possível que o *Aeolosaurus* tenha morrido sem ter sido soterrado imediatamente, possibilitando a predação das partes moles do seu corpo por carnívoros, como os terópodes e os Crocodyliformes, antes de ser totalmente soterrado por sedimentos mobilizados por ação proveniente de chuvas nos períodos mais úmidos **(Figura 6.5)**

**Figura 6.5** Elefante em um ambiente úmido. O mesmo pode ter ocorrido com o *Aelosaurus.* Modificado de *http://lh5.ggpht.com/_tStF_giuMZA/RuPZh_AewKI/AAAAAAAAAm8/oL0HASCLJ1M/23140018.JPG*

O tamanho estimado para *Aelosaurus* encontrado no afloramento Santa Irene é de 15 a 20 metros de comprimento, que associado ao porte relativamente pequeno dos predadores que deixaram vestígios no cenário da alimentação, levam a acreditar que o animal morreu por causas naturais, e não por ação direta de predadores. Segundo Buffetaut & Suteethorn (1989), a associação de carnossauros a saurópodes não indica que os primeiros atacaram os segundos, mas sugere que os carnossauros perderam os dentes enquanto se alimentavam das carcaças. Este tipo de associação pode indicar uma falta de transporte pós-morte. Provavelmente, a camada rochosa, da qual faz parte os fósseis do afloramento Santa Irene, foi produto de um ambiente com energia que não foi suficiente para arrastar a carcaça completa do *Aeolosaurus* e, consequentemente, os dentes dos arcossauros carnívoros perdidos entre ela.

A curvatura do pescoço e cauda do *Aelosaurus* sugere que houve uma rigidez cadavérica e posterior ressecamento do tecido externo após a sua morte, o que poderia ter provocado, por se tratar de partes mais resistentes do tecido mole dos animais, a perda de dentes dos carnívoros que se alimentaram da carcaça até a total decomposição dos tecidos e posterior soterramento das partes duras deste saurópode.

Tais dados levam a propor que a preservação do *Aelosaurus* e dos predadores que dele se alimentaram deve-se às características restritas do habitat, o qual permitiu a vida destes animais e também a preservação dos seus esqueletos. O ciclo de chuvas na região de Monte Alto no transcorrer do Cretáceo foi acentuado, forçando a paleofauna a desenvolver estratégias de sobrevivência durante a estação mais seca.

## 6.4 Diagênese dos Fósseis

A diagenese dos fósseis indica os processos físicos e químicos que alteram os restos esqueléticos após o soterramento (Flessa *et al.,* 1992). Os processos diagenéticos começam logo após o soterramento, pois o acúmulo gradual de sedimentos desencadeia todo um conjunto de ações que levam à sua progressiva consolidação numa rocha sedimentar. Os restos orgânicos associados ao sedimento irão sofrer estas mesmas ações e se transformarão em fósseis.

A diagênese, apesar de ser facilmente comprovada, é de difícil identificação, uma vez que, na maioria dos casos, há substituição e adição de outros minerais ao fosfato de cálcio (mineral original do osso), ou até mesmo a sua dissolução, e, posteriormente, preenchimento com outros minerais que estejam solúveis no subsolo, gerando um molde.

Em análise de sete peças dentárias de Theropoda do afloramento Santa Irene, foi possível constatar a presença de minerais normalmente não encontrados em dentes de animais vivos (MPMA-12-00D1-97, MPMA-12-00D2-97, MPMA-12-00D5-97, MPMA-12-00D6-97, MPMA-12-00D7-97, MPMA-12-0D10-97 e MPMA-12-0D11-97).

Dentes possuem como componentes principais cálcio, fósforo, carbono e água. Nas dentições estudadas, outros elementos como sódio, magnésio, alumínio, silício e vanádio aparecem em quantidades significativas, o que indica a mudança química que ocorreu nestes dentes após a sua deposição inicial e durante o seu processo de fossilização **(Anexo III).**

# 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos realizados com o material fóssil coletado no afloramento Santa Irene permitem inferir que, no Cretáceo Superior, a região de Monte Alto – SP, situada no que hoje constitui parte da Bacia Bauru, era caracterizada por rios com barras arenosas, nos quais diversos grupos de animais buscavam água e alimento.

A disposição e tipos de fósseis encontrados no afloramento Santa Irene, no momento da escavação, levam à suposição de que naquele ambiente coabitavam pelo menos três grupos de animais: Theropoda, Crocodyliformes e Sauropodomorpha, além de invertebrados.

Deduz-se que estes animais habitavam ou transitavam por aquele ambiente, pois não há sinais de que os fósseis tenham sido transportados até o local no qual foram coletados, mas sim que a carcaça do *Aeolosaurus* serviu de alimento para outros animais no local de sua morte. Tal inferência é possível devido ao grau de articulação dos ossos do pós-crânio do herbívoro associados apenas a dentes isolados de Theropoda e Crocodilyformes, provavelmente necrófagos.

O material analisado associado ao ambiente de deposição permite a reconstituição de um retrato impar de um ecossistema a muito extinto, onde animais coexistiam em condições adversas e prosperavam. A morte do grande saurópode permitiu que animais predadores/necrófagos e saprófagos se mantivessem vivos, e que invertebrados se abrigassem em um solo incipiente e provavelmente frágil em formação.

Enfim, as reconstituições que se podem criar a partir de vestígios preservados nas rochas há milhões de anos, traz por si, a essência que move a Paleontologia, pois não se trata de estudar ossos sem vida e sim de conseguir reconstruir a vida em material hoje inerte, mas com uma história que permite ver toda a sua evolução, muitas vezes resumida em uma delgada camada de rocha **(Figura 7.1 e 7.2)**.

**Figura 7.1** Reconstituição do afloramento Santa Irene. Elaborada por Deverson da Silva (Pepi).

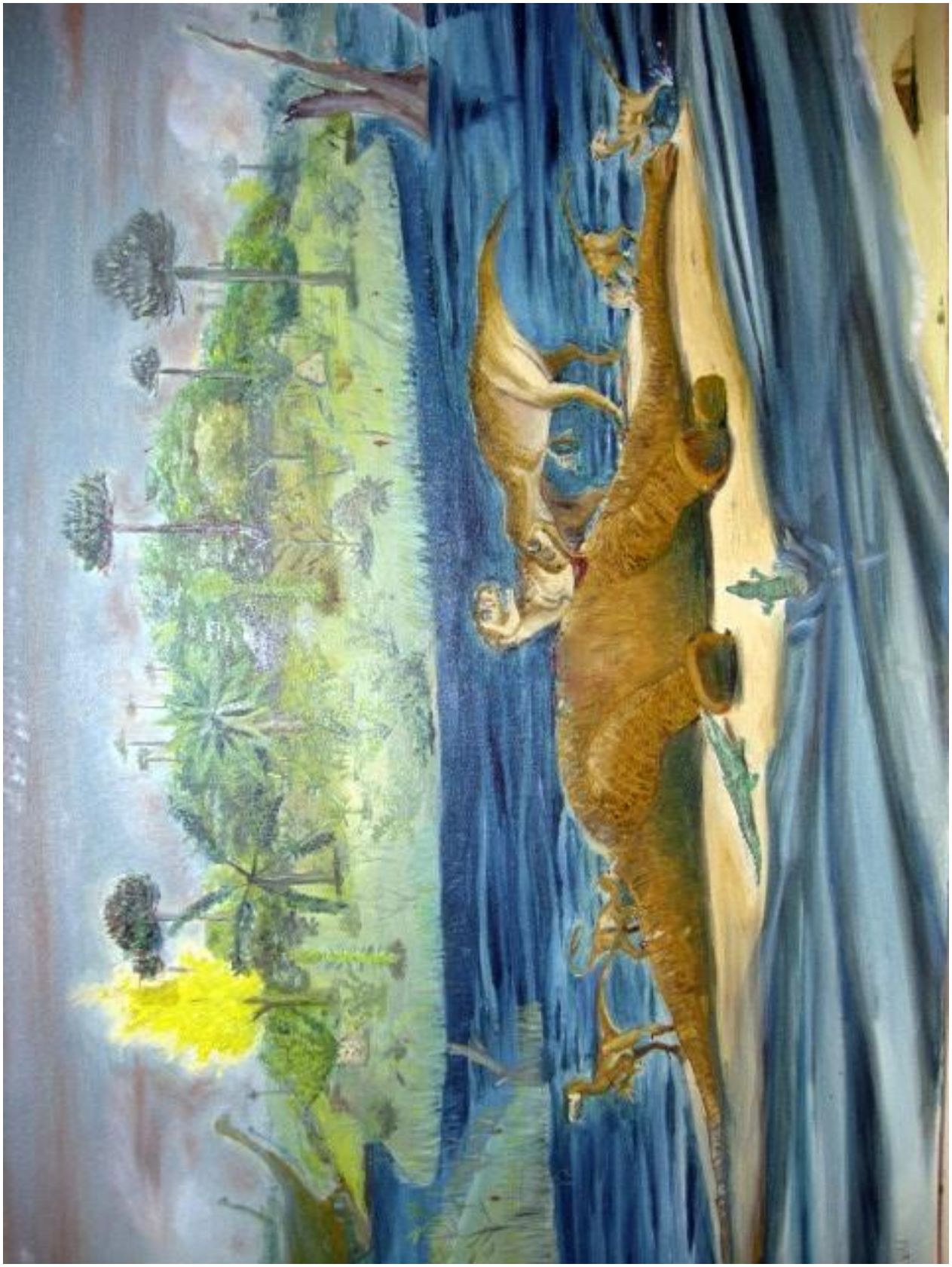


**Figura 7.2** Reconstituição do afloramento Santa Irene. Elaborada por Cirineu Colontonio

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ANDRADE, M. B. & BERTINI, R.J. . A new Sphagesaurus (Mesoeucrocodylia: Notosuchia) from the Upper Cretaceous of Monte Alto City (Bauru Group, Brazil), and a revision of the Sphagesauridae. **Historical Biology**, v. 20, p. 101-136, 2008.

ARRUDA, J. T.; CARVALHO, I.S. & VASCONCELLOS, F.M. Baurusuquídeos da Bacia Bauru(Cretáceo Superior, Brasil). **Anuário do Instituto de Geociências** - *UFRJ* v. 27, p. 64-74, 2004.

BEHRENSMEYER, A. K. & KIDWELL S.M. Taphonomy's Contributions to Paleobiology. **Paleobiology**, 11 (1):105-119, 1985.

BENTON, M. J.**Vertebrate Paleontology**. Harper – Collins Academic, London, 1990.

BENTON, M. J. **Paleontologia de Vertebrados**. 3ª edição. São Paulo: Atheneu Editora, 2008, 446 p., 2008.

BERTINI, R. J. *Répteis*. *In* **Paleontologia** (Carvalho, I.S. – editor). Editora interciência, Rio de Janeiro, p. 543-575, 2000.

BERTINI, R. J.; FRANCO, A. C.; TOLEDO, C. E. V. & CAMPOS, A. C. A. Theropod teeth from the Adamantina Formation, Upper Cretaceous of São Paulo State. Analysis of dental morphology. *In:* XV **Congresso Brasileiro de Paleontologia**, 1997, São Pedro. Boletim de Resumos do XV Congresso Brasileiro de Paleontologia. São Pedro, 1997.

BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R.M. & ARRUDA-CAMPOS, A. C. Firts occurrence of Aeolosaurus (Sauropoda, Titanosauridae) in Bauru Group of the Paraná Basin, Brasil. *In:* **Congresso Brasileiro De Paleontologia**, 16., 1999, Crato. Boletim de Resumos. Crato:Urca, 1999. p. 27-28, 1999.

BONAPARTE, J. F. & NOVAS, F. E. Abelisaurus comahuensis n. g., n. sp., Carnosauria del Cretacico tardio de Patagonia. **Ameghiniana**, Buenos Aires, n. 21, p. 259-265, 1985.

BUCKLEY, G. A. & BROCHU, C. A. An enigmatic new crocodile from the Upper Cretaceous of Madagascar. *In*: Unwin, D. (ed.), **Cretaceous Fossil Vertebrates: Special Papers in Palaeontology,** n.. 60, The Palaeontological Association (London), 1999.

BUFFETAUT E. & SUTEETHORN V. A sauropod skeleton associated with theropod teeth in the upper jurassic of Thailand: Remarks on the taphonomic and palaeoecological significance of such associations. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, 1989.

BUSCALIONI, A. D.; SCHULP, A. S.; JAGT, J. W.M; HANNA, S. S.; HARTMAN, A. F. Late Cretaceous neosuchian crocodiles from the Sultanate of Oman. **Cretaceous Research,** n. 25, 2004.

CARVALHO, I. S. & BERTINI, R. J. Mariliasuchus: um novo Crocodylomorpha (Notosuchia) do Cretáceo da Bacia Bauru, Brasil. **Geologia Colombiana**, Santafé de Bogotá, *24*: 83-105, 1999.

CARVALHO, I. S.; CAMPOS, A. C. A. & NOBRE, P. H. Baurusuchus salgadoensis, a new crocodylomorpha from the Bauru Basin. **Gondwana Research,** Japão, v. 8, n. 1, p. 11-30, 2005.

CARVALHO, I.S.; RIBEIRO, L.C.B. & AVILLA, L.S. Uberabasuchus terrificus sp. nov. a new Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Upper Cretaceous), Brazil. **Gondwana Research**, *7*(4): 975-1002, 2004.

CARVALHO, I. S.; VASCONCELLOS, F. M. & TAVARES, S. A. S. Montealtosuchus arrudacamposi, a new peirosaurid crocodile (Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous Adamantina Formation of Brazil. **Zootaxa (Auckland)**, v. 1607, p. 35-46, 2007.

CAMPOS, A. C. A.; ARRUDA, J. T.; TAVARES, S. A. S. & CARVALHO, I. S. . Contexto estratigráfico dos Crocodilomorfos Esfagessaurídeos da Formação Adamantina (Bacia Bauru, Cretáceo Superior). *In:* XIX **Congresso Brasileiro de Paleontologia e VI Congresso Latino-Americano de Paleontologia**, 2005, Aracaju. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Paleontologia e VI Congresso Latino-Americano de Paleontologia. Aracaju : Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2005.

CANDEIRO, C.R.A. **Padrões morfológicos dos dentes de Abelisauroidea e Carcharodontosauridae ( Theropoda, Dinosauria) do Cretáceo da América do Sul**. 208 f. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

CURRIE, P.J.; RIGBY, JR, J.K & SLOAN, R.E. Theropod teeth from the Judith River Formation of Southern Alberta, Canadá. *In:* **Dinosaur Systematics: Approaches and Perspectives** (Carpenter, K. & Currie, P. J.; eds). Cambridge University Press, New York, p. 107-125, 1990.

DAL' BÓ, P. F. F. ; BASILICI, G. Estimativas de Paleoprecipitação e Gênese de Feições Cálcicas e Argílicas em Paleossolos da Formação Marília (Neocretáceo Da Bacia Bauru). São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 29, n. 1, p. 33-47, 2010.

DE BEER, Y. **Determinants and consequences of elephant spatial use in Southern Africa's arid savannas**. MSc thesis, University of Pretoria, Pretoria, 2007.

DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E.A.; CASTRO, J.C.; MARANHÃO, M.S.A.S.; SUAREZ, J.M. & RODRIGUES, R. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. **Rèvue Paléobiologie**, 20 (1): 245-304, 2001.

DUTRA, T. L. Paleoecologia. *In*: **Paleontologia** 1ª ed. Rio de Janeiro, Interciência, p. 145-154, 2000.

FERNANDES, A. C. S.; CARVALHO, I.S. & AGOSTINHO S. Icnofósseis: conceitos gerais. *In*: **Icnologia.** Livros da série textos publicados pela Sociedade Brasileira de Geologia, p. 8-23, 2007.

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

FLESSA, K. W.; KOWALEWSKI, M. & WALKER S. E. *Post-Collection Taphonomy: Shell Destruction and the Chevrolet.* **Palaios**, 7:553-554, 1992.

FRANCO, A. C. **Dentes de teropodomorfos do Cretáceo Superior da Bacia do Paraná. Análise em microscopia eletronica de barredura**. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Ciências Exatas., Universidade do Estado de São Paulo – Rio Claro, *Dissertação de Mestrado*, 1999.

GAUT LITER, J. Saurischian monophyly and the origin of birds. In: K. Padian, ed., **The origin of birds and the evolution of flight.** Memoirs of the California Academy of Science 8:1-55, 1986.

HENDERSON, S.W. & FREY, R.W. **Taphonomic redistribution of mollusks shells in a tidal inlet channel.** Swapelo Island, Georgia. *Palaios*, v.1, p.3-16, 1986.

HOLZ, M. & SIMÕES M.G. Tafonomia: Processos e Ambientes de Fossilização. *In*: **Paleontologia**. Rio de Janeiro, Interciência, 2000

HOLZ, M. & SIMÕES M.G. O que é Tafonomia? *In:* **Elementos Fundamentais de Tafonomia**, Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, p. 18, 2002.

IORI, F.V. **Um novo Crocodylomorpha Notosuchia Sphagesauridae (Bacia Bauru, Cretáceo Superior) do município de Monte Alto, Estado de São Paulo**. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, *Dissertação de Mestrado*, 73 p, 2008.

IORI, F. V. & CARVALHO, I. S. . Morrinhosuchus luziae, um novo Crocodylomorpha Notosuchia da Bacia Bauru, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, p. 717-725, 2009.

MARINHO, T. S. & CARVALHO, I. S. An armadillo-like sphagesaurid crocodyliform from the Late Cretaceous of Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 27, p. 36-41, 2009.

MARSH, O. C. Classification of the Dinosauria. **American Journal of Science (Series 3)**, 23: 81-86, 1881.

NOVAS, F. E. La evolución de los dinosaurios carnívoros. In: J.L. Sanz and A. Buscalioni (eds.), **Los dinosaurios y su entorno biótico**. Actas II Curso de Paleontologia em Cuenca, PP. 125-163, 1992.

NOVAS, F. E.; RIBEIRO, L. C. B. & CARVALHO, I. S. Maniraptoran theropod ungual from the Marília Formation (Upper Cretaceous), Brazil. **Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales**, Buenos Aires, v. 7, n. 1, p. 31-36, 2005.

NOBRE, P. H. ; CARVALHO, I. S.; VASCONCELLOS, F. M. & MARINHO, T. S. Mariliasuchus robustus, um novo Crocodylomorpha (Mesoeucrocodylia) da Bacia Bauru, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências** (Rio de Janeiro), v. 30, p. 38-49, 2007.

NOBRE, P. H. & CARVALHO, I. S. Adamantinasuchus navae: A new Gondwanan Crocodylomorpha (Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous of Brazil. **Gondwana Research**, v. 10, p. 370-378, 2006.

OSTROM, J. H. Dromaeosauridae. *In:* **The Dinosauria** (Weishampel, D. B. *et al.* – editors) University of California Press, p. 269-279, 1990.

OWEN-SMITH, R.N. **Megaherbivores: the influence of very large body size on ecology**. Cambridge University Press, Cambridge, 1988.

OWEN, R. **Report on British fossil reptiles**. Report of the Eleventh meeting of the British Association for the Advancement of Science. p. 60-204, 1842.

PAULA E SILVA, F. **Geologia de superficie e hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade do Estado de São Paulo – Rio Claro, *Tese de Doutorado*, 166 p., 2003

PINHEIRO, A. E. P.; BERTINI, R. J.; ANDRADE, M. B. & MARTINS NETO, R. G. New specimen of Stratiotosuchus maxhechti (Baurusuchidae, Crocodyliformes) from the Adamantina Formation (Upper Cretaceous), Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 11, p. 37-50, 2008.

PRICE, L.I. Novos crocodilídeos dos arenitos da Série Bauru. Cretáceo do Estado de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 27: 487–498, 1955.

PRICE, L.I. A new reptile from the Cretaceous Brazil. **Notas preliminares e trabalhos da Divisão de Geologia e Mineralogia***, 25*:1-4, 1945

PRICE, L. I. On a new Crocodilia, Sphagesaurus from the cretaceous of the state of São Paulo, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** , 22(*1*):77-83, 1950.

ROGERS, R. R.; KRAUSE, D. W.; CURRY ROGERS, K.; RASOAMIARAMANANA, A. H. & RAHANTARISOA, L. Paleoenvironment and Paleoecology of Majungasaurus crenatissimus (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. **Journal of Vertebrate Paleontology,** 27(sp8): 21-31, 2007.

ROXO, M. G. O. Crocodilianos Fósseis do Brasil. **Serviço Geológico e Mineração, Notas preliminares e Estudos**, Rio de Janeiro, *14*: 9-15, 1936

SANTUCCI, R.M. & BERTINI, R.J. Distribuição paleogeográfica e biocronológica dos titanossauros (Saurischia, Sauropoda) do Grupo Bauru, Cretáceo Superior do Sudoeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 31, n.3, p.307-314, 2001.

SANTUCCI, R.M. **Evolução e Distribuição Paleogeográfica dos Titanosauria (Saurischia, Sauropoda)**. Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências e Ciencias Exatas,*Tese de Doutorado*, 2005, UNESP, Campus Rio Claro. p. 69, 2005.

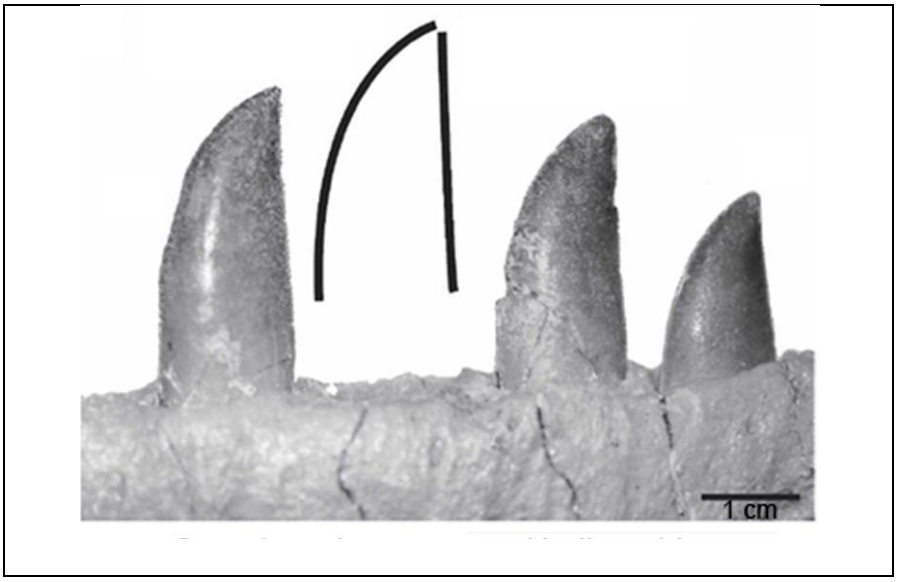
SEILACHER, A. BEGRIFF UND BEDEUTUNG DER FOSSIL-LANGERSTÄTTEN. **Neues Jahrbuch für geologie und Palãontologie**, Jahrgang, 1970, Helf 1, p. 34-39, 1970.

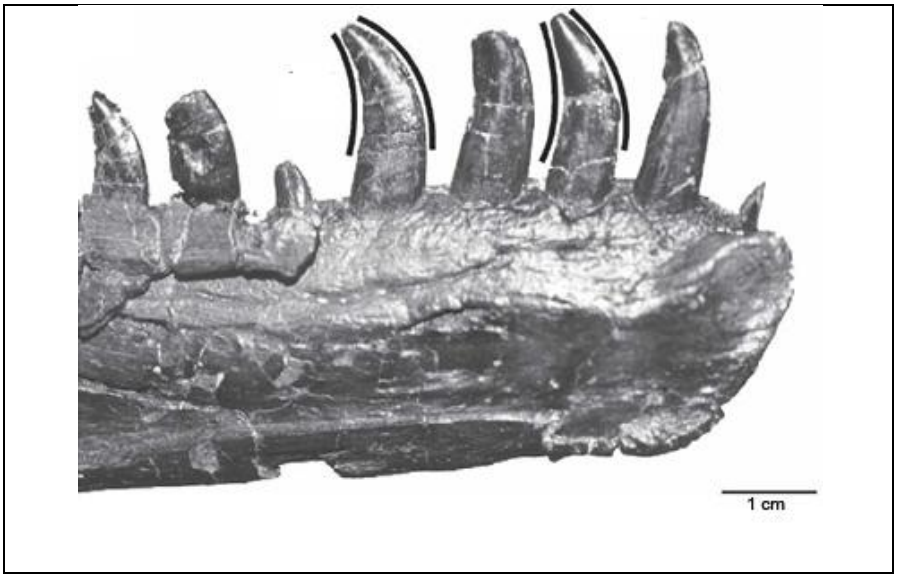
SIMÕES, M.G; KOWALEWSKI, M. Complex shell beds as paleoecological puzzles: a case study from the Upper Permiano f the Paraná Basin, Brazil. **Facies**, v. 38, p. 175-196, 1998.

SMITH, J.B. Dental Morphology and Variation um Majungasaurus crenatissimus (Theropoda:Abelisauridae) from the late cretaceous of Madagascar. **Journal of Vertebrate Paleontology**, n.2, p.103-126, 2007.

VASCONCELLOS, F. M. ***Descrição do Pós-Crânio de Uberabasuchus Terrificus.*** CARVALHO, RIBEIRO & AVILLA, 2004 (CROCODYLIFORMES, PEIROSAURIDAE) DO CRETÁCEO SUPERIOR DA BACIA BAURU: INFERÊNCIAS MORFOFUNCIONAIS E PALEOAUTOECOLÓGICAS. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro. 174 p, 2006.

**ANEXO I**

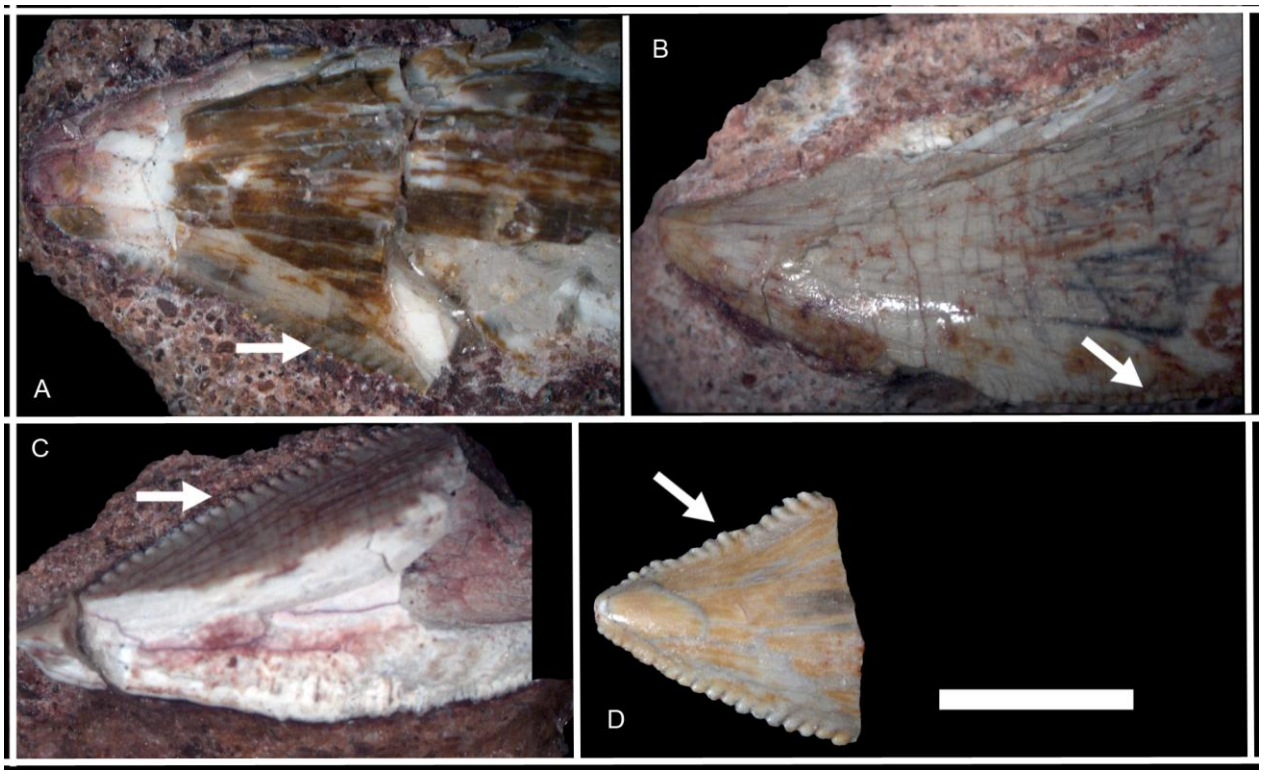



Variação na curvatura da coroa em Theropoda. Curvatura da coroa em Abelisauridae E Curvatura da coroa em Dromaeosauridae respectivamente.
(modificado de Smith, 2007)

## ANEXO II

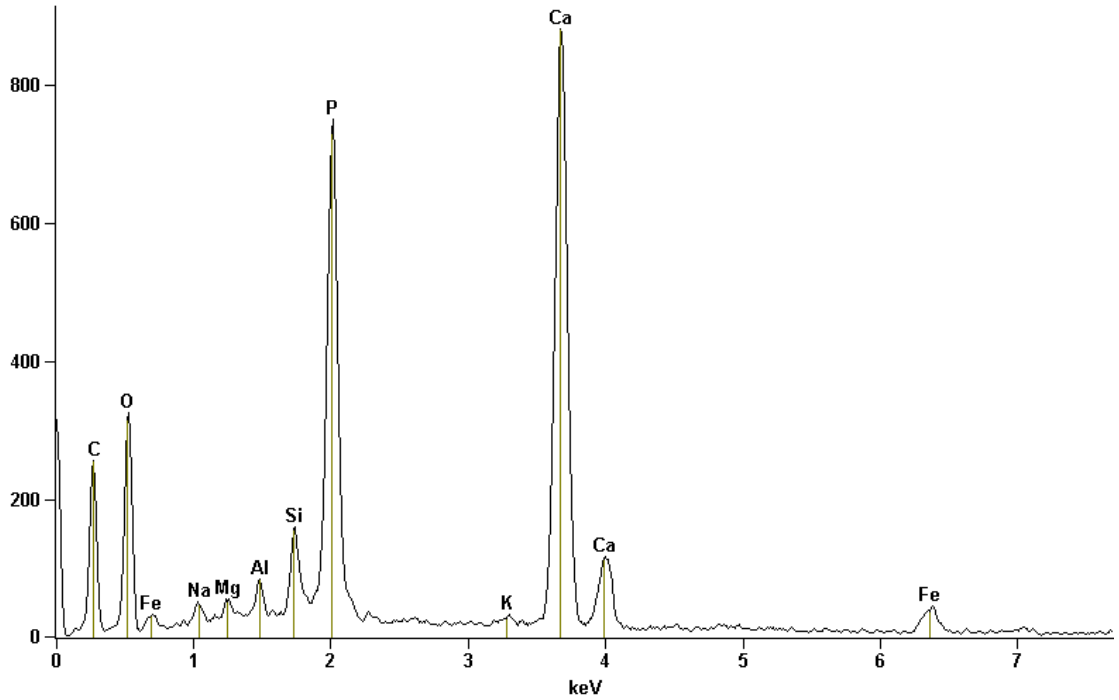
Exemplares, A-MPMA-12-0D15-97 (15); B-MPMA-12-0D16-97 (16); C-MPMA-12-0D17-97 (17) e D-MPMA-12-0D18-97 (18), excluídos da pesquisa por apresentarem muita fragmentação na coroa. As setas indicam as serrilhas característica de dinossauros Theropoda. Barra de escala 5mm.



## ANEXO III

Análises por Dispersão de Energia (EDS) realizada nos exemplares MPMA-12-00D1-97, MPMA-12-00D2-97, MPMA-12-00D5-97, MPMA-12-00D6-97, MPMA-12-00D7-97, MPMA-12-0D10-97 e MPMA-12-0D11-97

MPMA 12_00D1_97

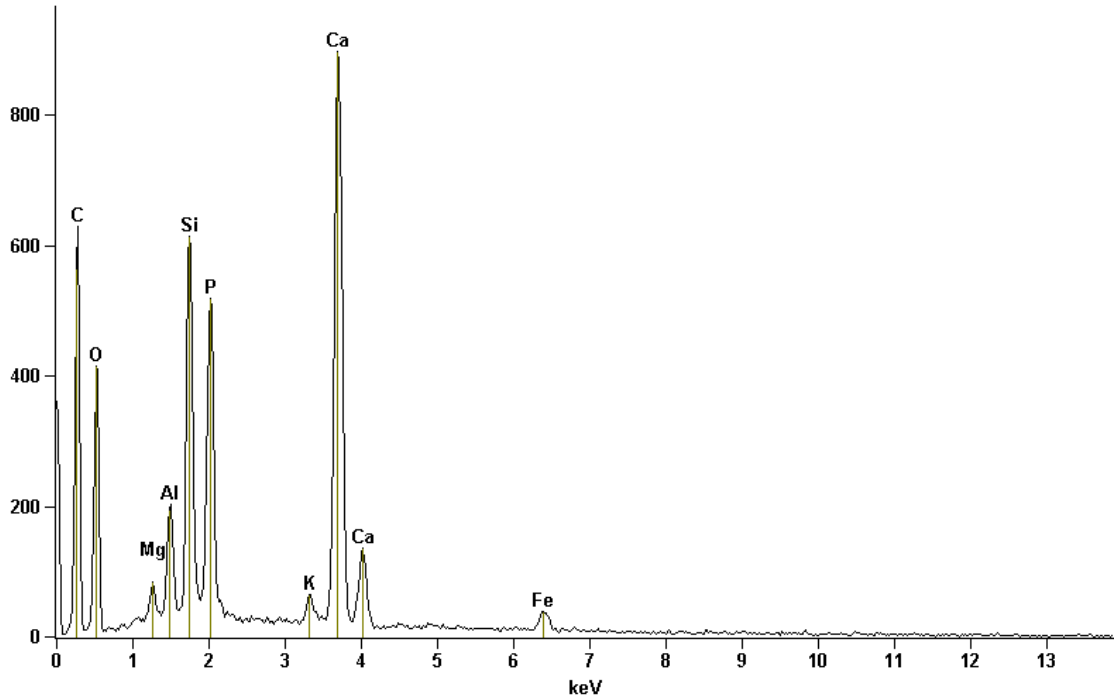



Live Time: 30.0 sec.
Full scale counts: 882

Quantitative Results MPMA 12_00D1_97

| *Element* | *Net Counts* | *Weight %* | *Atom %* | *Compnd %* |
|---|---|---|---|---|
| ***C*** | 1256 | 38.71 | 52.57 | 38.71 |
| ***O*** | 1836 | 34.72 | 35.39 | 34.72 |
| ***Na*** | 225 | 0.70 | 0.50 | 0.70 |
| ***Mg*** | 240 | 0.33 | 0.22 | 0.33 |
| ***Al*** | 416 | 0.47 | 0.28 | 0.47 |
| ***Si*** | 1046 | 0.99 | 0.57 | 0.99 |
| ***P*** | 7022 | 7.08 | 3.73 | 7.08 |
| ***K*** | 106 | 0.13 | 0.05 | 0.13 |
| ***Ca*** | 11041 | 15.26 | 6.21 | 15.26 |
| ***Fe*** | 559 | 1.61 | 0.47 | 1.61 |
| ***Total*** | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

MPMA 12_00D2_97

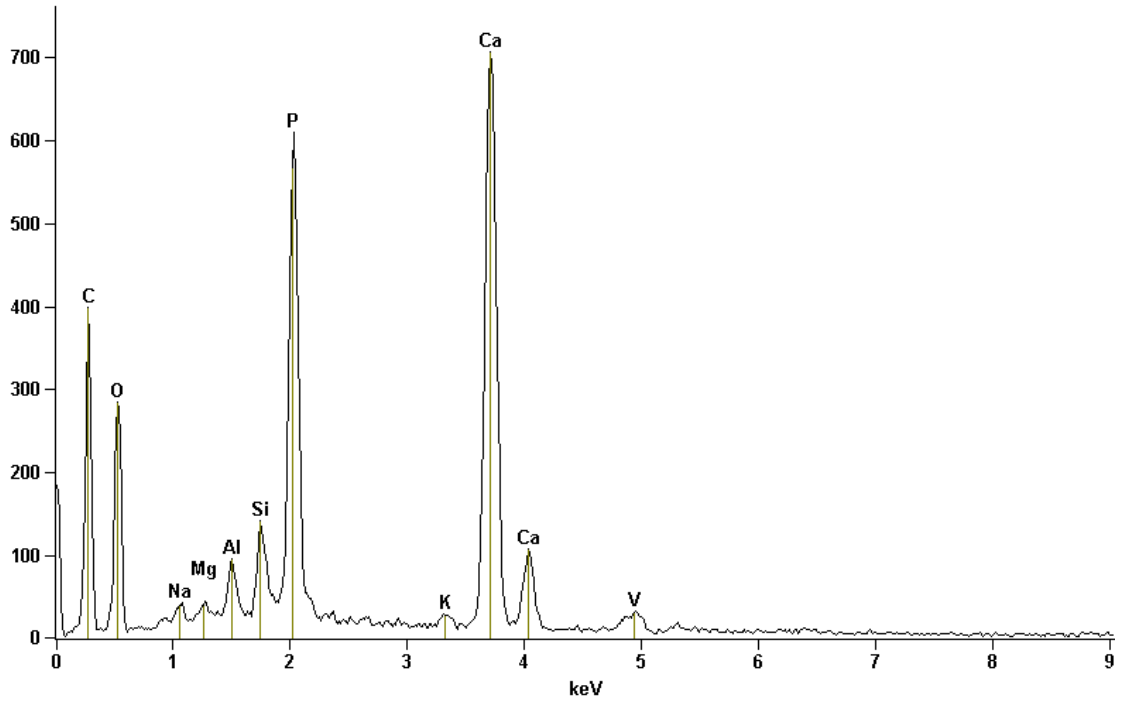



Live Time: 30.0 sec.
Full scale counts: 896

Quantitative Results MPMA 12_00D2_97

| *Element* | *Net Counts* | *Weight %* | *Atom %* | *Compnd %* |
|---|---|---|---|---|
| ***C*** | 3462 | 53.29 | 65.66 | 53.29 |
| ***O*** | 2328 | 29.14 | 26.95 | 29.14 |
| ***Mg*** | 400 | 0.32 | 0.19 | 0.32 |
| ***Al*** | 1142 | 0.77 | 0.42 | 0.77 |
| ***Si*** | 4708 | 2.71 | 1.43 | 2.71 |
| ***P*** | 4885 | 3.12 | 1.49 | 3.12 |
| ***K*** | 525 | 0.40 | 0.15 | 0.40 |
| ***Ca*** | 10867 | 9.46 | 3.49 | 9.46 |
| ***Fe*** | 429 | 0.78 | 0.21 | 0.78 |
| ***Total*** | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

MPMA 12_00D5_97

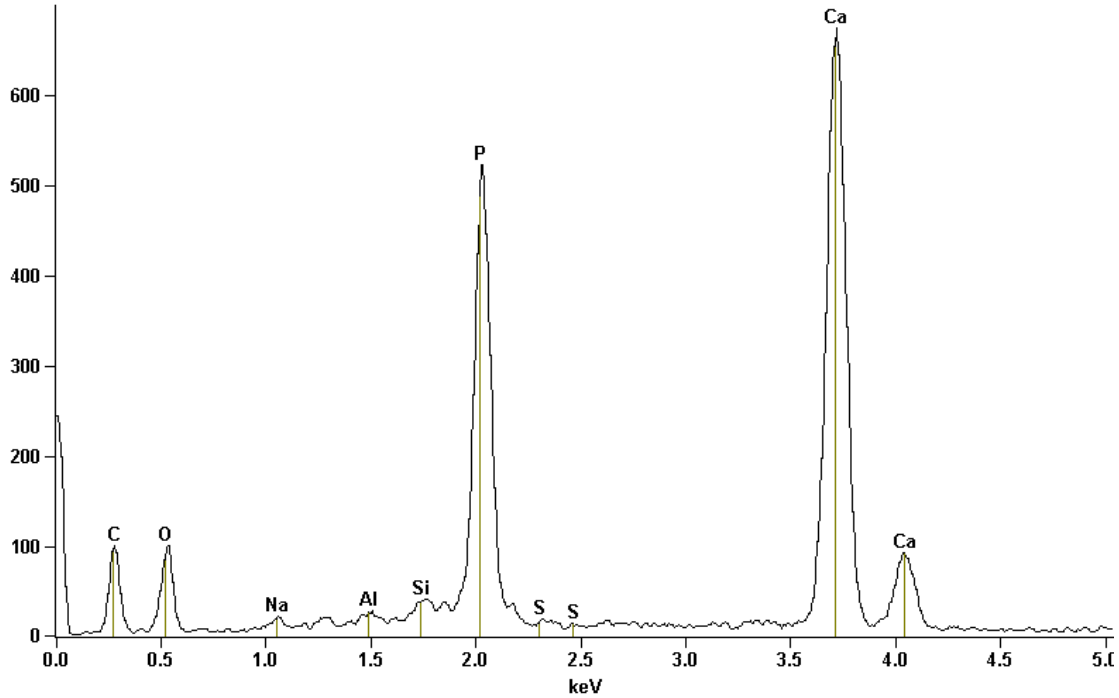



Live Time: 20.0 sec.
Full scale counts: 707

Quantitative Results MPMA 12_00D5_97

| *Element* | *Net Counts* | *Weight %* | *Atom %* | *Compnd %* |
|---|---|---|---|---|
| ***C*** | 2464 | 48.17 | 60.76 | 48.17 |
| ***O*** | 2143 | 33.11 | 31.36 | 33.11 |
| ***Na*** | 152 | 0.37 | 0.24 | 0.37 |
| ***Mg*** | 118 | 0.13 | 0.08 | 0.13 |
| ***Al*** | 461 | 0.43 | 0.24 | 0.43 |
| ***Si*** | 779 | 0.62 | 0.34 | 0.62 |
| ***P*** | 5637 | 4.90 | 2.40 | 4.90 |
| ***K*** | 196 | 0.21 | 0.08 | 0.21 |
| ***Ca*** | 9095 | 11.25 | 4.25 | 11.25 |
| ***V*** | 404 | 0.80 | 0.24 | 0.80 |
| ***Total*** | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

MPMA 12_00D6_97

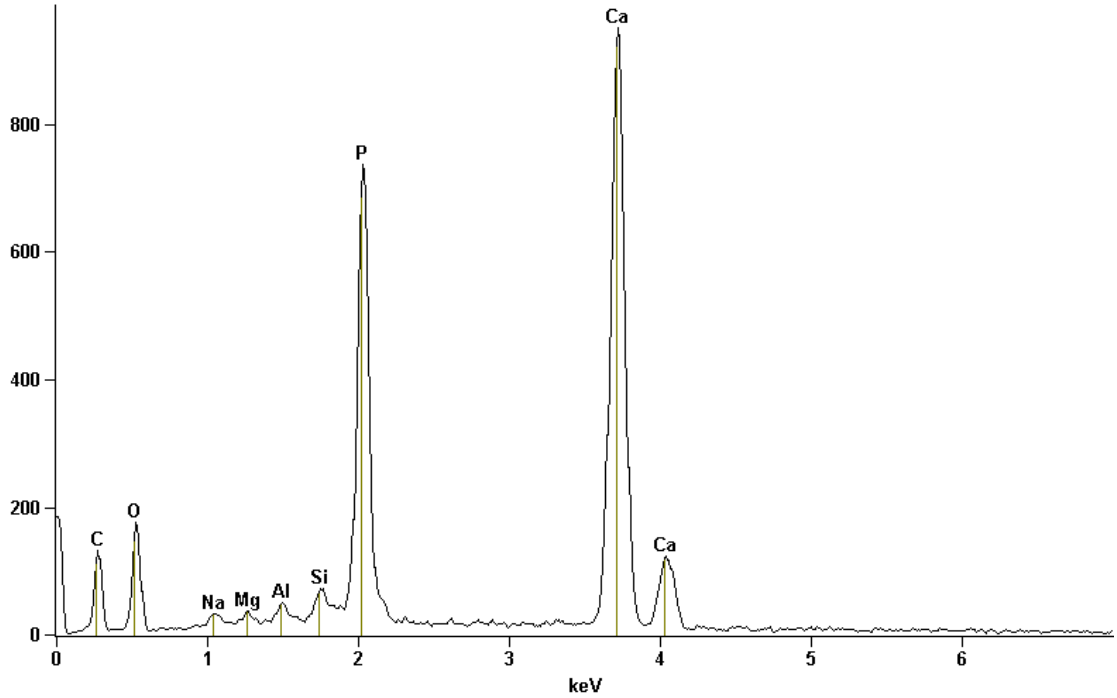



Live Time: 20.0 sec.
Full scale counts: 674

Quantitative Results MPMA 12_00D6_97

| *Element* | *Net Counts* | *Weight %* | *Atom %* | *Compnd %* |
|---|---|---|---|---|
| ***C*** | 572 | 38.20 | 54.70 | 38.20 |
| ***O*** | 576 | 26.66 | 28.66 | 26.66 |
| ***Na*** | 104 | 0.63 | 0.47 | 0.63 |
| ***Al*** | 130 | 0.29 | 0.19 | 0.29 |
| ***Si*** | 145 | 0.27 | 0.17 | 0.27 |
| ***P*** | 4950 | 9.87 | 5.48 | 9.87 |
| ***S*** | 28 | 0.07 | 0.04 | 0.07 |
| ***Ca*** | 8512 | 24.01 | 10.30 | 24.01 |
| ***Total*** | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

MPMA 12_00D7_97

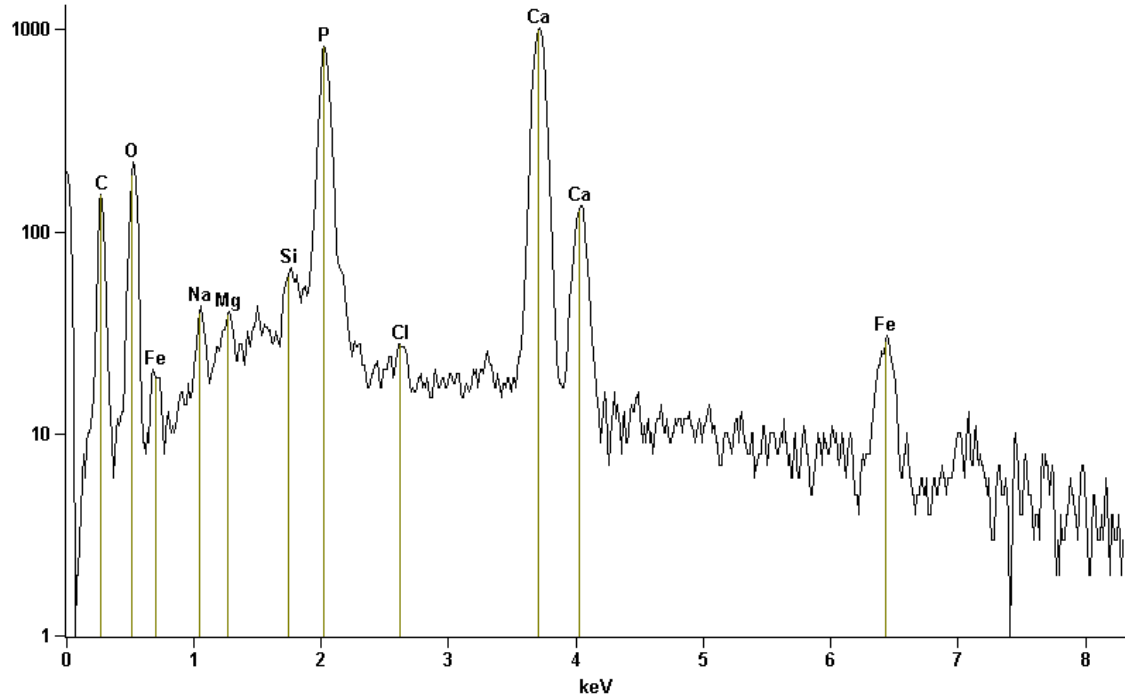



Live Time: 20.0 sec.
Full scale counts: 951

Quantitative Results MPMA 12_00D7_97

| *Element* | *Net Counts* | *Weight %* | *Atom %* | *Compnd %* |
|---|---|---|---|---|
| ***C*** | 549 | 29.29 | 44.67 | 29.29 |
| ***O*** | 958 | 30.36 | 34.77 | 30.36 |
| ***Na*** | 201 | 0.92 | 0.73 | 0.92 |
| ***Mg*** | 140 | 0.29 | 0.22 | 0.29 |
| ***Al*** | 300 | 0.52 | 0.35 | 0.52 |
| ***Si*** | 362 | 0.52 | 0.34 | 0.52 |
| ***P*** | 7187 | 11.19 | 6.62 | 11.19 |
| ***Ca*** | 12184 | 26.92 | 12.30 | 26.92 |
| ***Total*** | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

MPMA 12_0D10_97

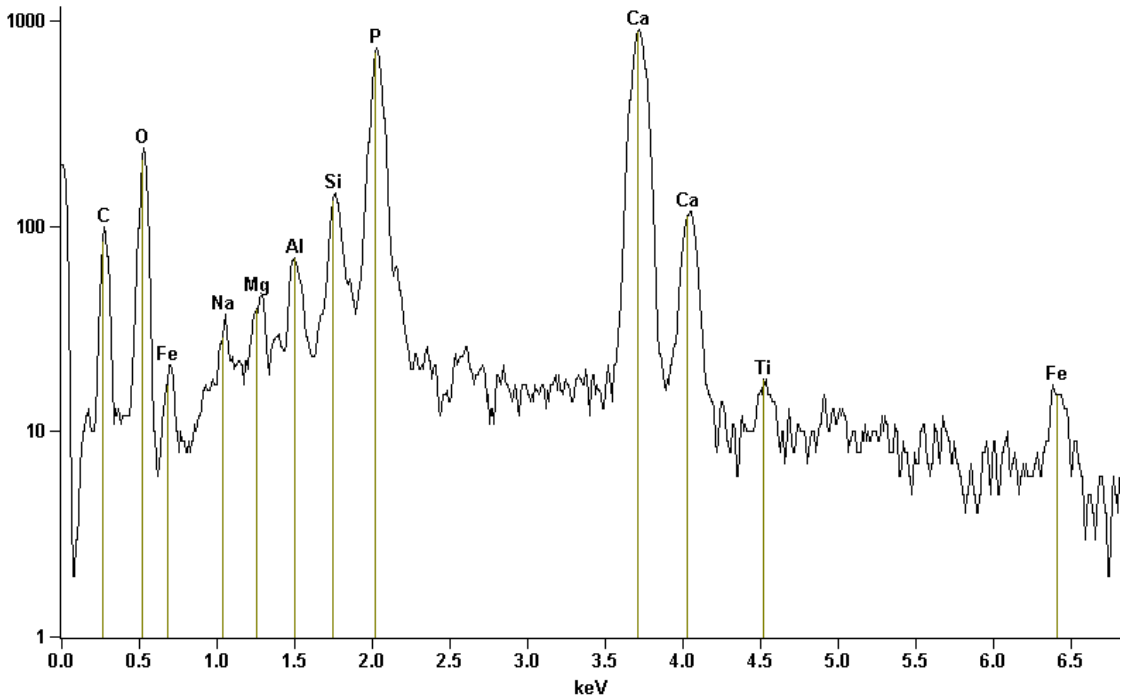



Live Time: 20.0 sec.
Full scale counts: 1872

Quantitative Results MPMA 12_0D10_97

| *Element* | *Net Counts* | *Weight %* | *Atom %* | *Compnd %* |
|---|---|---|---|---|
| ***C*** | 743 | 30.83 | 46.17 | 30.83 |
| ***O*** | 1269 | 31.46 | 35.36 | 31.46 |
| ***Na*** | 171 | 0.66 | 0.51 | 0.66 |
| ***Mg*** | 158 | 0.27 | 0.20 | 0.27 |
| ***Si*** | 217 | 0.26 | 0.17 | 0.26 |
| ***P*** | 7916 | 10.41 | 6.05 | 10.41 |
| ***Cl*** | 119 | 0.19 | 0.10 | 0.19 |
| ***Ca*** | 12986 | 24.40 | 10.95 | 24.40 |
| ***Fe*** | 383 | 1.51 | 0.49 | 1.51 |
| ***Total*** | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

MPMA 12_0D11_97




Live Time: 20.0 sec.
Full scale counts: 934

Quantitative Results MPMA 12_0D11_97

| *Element* | *Net Counts* | *Weight %* | *Atom %* | *Compnd %* |
|---|---|---|---|---|
| ***C*** | 479 | 24.30 | 37.58 | 24.30 |
| ***O*** | 1346 | 36.40 | 42.27 | 36.40 |
| ***Na*** | 137 | 0.62 | 0.50 | 0.62 |
| ***Mg*** | 232 | 0.47 | 0.36 | 0.47 |
| ***Al*** | 350 | 0.59 | 0.41 | 0.59 |
| ***Si*** | 650 | 0.93 | 0.61 | 0.93 |
| ***P*** | 6745 | 10.35 | 6.21 | 10.35 |
| ***Ca*** | 11682 | 25.11 | 11.64 | 25.11 |
| ***Ti*** | 115 | 0.36 | 0.14 | 0.36 |
| ***Fe*** | 194 | 0.87 | 0.29 | 0.87 |
| ***Total*** | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |