

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
*Campus de Rio Claro*

**REVISÃO HISTÓRICA, PROSPECÇÃO E LEVANTAMENTO DOS FÓSSEIS DE  
VERTEBRADOS, ESPECIALMENTE TITANOSSAUROS, NAS REGIÕES FOSSILÍFERAS  
ENTRE LUCÉLIA E IRAPURU (GRUPO BAURU, FORMAÇÃO ADAMANTINA), SUDOESTE  
DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Caio Fabricio Cezar Geroto

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo José Bertini

Dissertação de Mestrado elaborada  
junto ao Programa de Pós-Graduação  
em Geociências - para obtenção do  
título de Mestre em Geociências

Rio Claro (SP)  
2010

**Comissão Examinadora**

**Prof. Dr. Reinaldo J. Bertini**

Departamento de Geologia Aplicada – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

**Prof. Dr. Flávio Manzini**

Departamento de Química e Ciências Ambientais – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas de São José do Rio Preto - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

**Profa. Dra. Maria Rita C. Chang**

Departamento de Geologia Aplicada – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

**Caio Fabricio Cezar Geroto**

Discente

**Rio Claro, 01 de Setembro de 2010**

**Resultado: Aprovado**

## AGRADECIMENTOS

Primariamente ao Prof. Dr. Reinaldo José Bertini por ter me acolhido e pela confiança depositada, incentivo e orientação ao longo desse trabalho, sendo um exemplo do profissional que desejo ser.

Aos membros da Comissão Examinadora do Exame Geral de Qualificação e de Defesa, Prof. Dra. Maria Rita Caetano Chang, Prof. Emérito Dr. Paulo Milton Barbosa Landim e Prof. Dr. Flávio Manzini, cujas sugestões e conselhos aprimoraram essa dissertação.

Aos meus pais Maria Clarete Ferreira Cezar Geroto e Celso Geroto por me apoiarem e me ajudarem a alcançar mais esta etapa. E a minha irmã Camila Mariana Cezar Geroto, pelos momentos de conversa descontraída.

A minha noiva e eterna companheira Leila Rangel da Silva, pela paciência nos momentos de estresse e conselhos nas horas de desespero. Sua ajuda para fazer as imagens, sem as quais essa dissertação não estaria completa, foi inestimável. *It's good to warm my bones beside you.*

Aos amigos do laboratório e de pós-graduação, Cibele, Rafael, Pedro e Mirian, pelas horas de café e discussões científicas ou não tão científicas assim. A companhia de vocês foi o que me motivou em vários momentos.

À Lilian Maria Dietrich Bertini, do Laboratório de Pesquisa de Paleontologia por toda ajuda oferecida na digitalização de mapas e impressões.

À Rosangela por toda a disposição e boa vontade em ajudar quando procurada.

Ao Prof. Paulo e todos do Grupo de Ciências Luckesi que me receberam com hospitalidade e cederam não apenas o material de seu acervo para esse estudo, como também seu tempo e força de trabalho na coleta e preparação dos fósseis.

Ao Prof. Gilberto Guedes de Flórida Paulista, que após quatro anos continua trazendo informações a respeito de fósseis encontrados na região de Flórida Paulista.

A todos os professores da UNESP Câmpus de Rio Claro que contribuíram para meu aprendizado guiando um biólogo entre os caminhos da Geologia.

À agência CAPES um agradecimento especial pela Bolsa de Mestrado oferecida possibilitando a realização dessa Dissertação de Mestrado.

*“Prodígio e sabedoria devem ser ambos apreciados. Devemos gostar menos da beleza da natureza porque não é planejada? O potencial da mente deve parar de nos inspirar espanto e medo apenas porque bilhões de neurônios residem em nosso crânio?*

*(...)*

*Mas as questões realmente importantes sucumbem diante da riqueza da natureza - a mudança pode ser dirigida ou não ter qualquer objetivo, gradual ou cataclísmico seletivo ou neutro. Hei de celebrar a múltipla variedade da natureza e deixar a quimera da certeza para os políticos e os pregadores.”*

-Stephen J. Gould - Darwin e os Grandes Enigmas da Vida.

## Resumo

No oeste-sudoeste do estado de São Paulo, entre as cidades de Lucélia e Irapuru, ocorrem afloramentos da Formação Adamantina (Grupo Bauru). Nos últimos onze anos tais afloramentos tem se mostrado uma importante fonte de prospecção de materiais fósseis de vertebrados, em especial testudinos, crocodilomorfos, maniraptoriformes, abelissauros e titanossauros. Alguns destes materiais podem ser importantes para estudos biocronológicos, paleobiogeográficos, filogenéticos e paleoecológicos, contribuindo para o entendimento do ecossistema que ocorria na região. Foram localizados quatro novos afloramentos. Os materiais revelaram, para testudinos, fragmentos de carapaças e plastrões; para crocodilomorfos, diversos dentes, um fragmento de pré-maxilar, um fragmento de surangular; para maniraptoriformes, um provável fragmento de crânio, 16 dentes, duas epífises de ossos apendiculares, quatro diáfises de ossos apendiculares; para titanossauros, quatro costelas, um púbis, um ísquio, uma vértebra caudal, três centros de vértebras caudais, dois úmeros (direito e esquerdo) completos, uma diáfise de úmero esquerdo, um fêmur direito, uma epífise de tíbia direita.

Palavras-chaves: Grupo Bauru, Formação Adamantina, São Paulo, Maniraptoriformes, Titanosauria

## Abstract

On the West-Southwestern São Paulo State, between Lucélia and Irapuru cities, there are outcrops of the Adamantina Formation (Bauru Group). In the last eleven years such outcrops have been an important source of prospecting to vertebrate fossils materials, especially testudines, crocodylomorphs, maniraptoriforms, abelisaurids, titanosaurs. Some of these materials may be important for biocronological, paleobiogeographical, phylogenetical and paleoecological studies, contributing to the understanding of the ecosystem that occurred in the region. Four new outcrops were found. The materials revealed, for testudines, carapace and plastron fragments; for crocodylomorphs, several teeth, a pre-maxilar fragment, a surangular fragment; for maniraptoriforms, a cranial fragment, sixteen teeth, two epiphyses of appendicular bones, four diaphyses of appendicular bones; for titanosaurs, four ribs, a pubis, an ischium, a caudal vertebra, three caudal vertebra centra, two complete humerus (right and left), a diaphysis of left humerus, a right femur, a epiphysis of right tibia.

Key-words: Bauru Group, Adamantina Formation, São Paulo State, Maniraptoriformes, Titanosauria

## Índice de Anexo, Figuras e Tabelas

Figura 1. Mapa geológico da Bacia Bauru. Modificado de Fernandes & Coimbra (1996).....	25
Tabela 1. Propostas estratigráficas para o Grupo Bauru.....	27
Figura 2. Proposta estratigráfica para o Grupo Bauru (Batezelli, 2003).....	31
Figura 3. Relações estratigráficas entre as Formações cretácicas suprabasálticas nos diferentes compartimentos do Estado de São Paulo.....	32
Figura 4. Estratificações cruzadas da Formação Adamantina, no Município de Flórida Paulista.....	41
Figura 5. Esquema de carapaça e plastrão de <i>Cearachelys placedoi</i> (Pelumedusoides, Bothemydidae).....	46
Figura 6. Vista Lateral. Modificado de CURRIE et al. (1990).....	53
Figura 7. Vista posterior de dente (A) e detalhe das fendas interdenticulares (B). Modificado de CURRIE et al. (1990).....	53
Figura 8. Nomenclatura morfológica para a seção transversal da base (retirado de FRANCO, 1999).....	53
Figura 9. Inclinação da carena posterior. A = menor que 90°. B = igual a 90°. C = maior que 90° (retirado de FRANCO, 1999).....	54
Figura 10. Ilustração do esqueleto completo de um titanossauro (CURRY & FORSTER, 2001 apud Santucci, 2005).....	54
Figura 11. Cladograma ilustrando as relações filogenéticas entre alguns titanossauros, especialmente brasileiros e argentinos (retirado de Santucci, 2002).....	56
Figura 12. Consenso estrito das três árvores mais parcimoniosas (modificado de Santucci, 2005).....	58
Figura 13. Diversidade paleobotânica para localidades na América do Norte. (a) Com base em informações megafloísticas. (b) Com base em informações palinológicas (retirado de Santucci, 2005).....	60
Figura 14. Cena hipotética mostrando alguns elementos faunísticos que viveram no Cretáceo do Estado de São Paulo, durante a deposição da Formação Adamantina (Cretáceo Superior, Grupo Bauru): uma carcaça do saurópodo titanossauro <i>Gondwanatitan faustoi</i> é devorado por relativamente pequenos terópodos abelissauros (Retirado de Kellner & Campos, 2000).....	65
Figura 15. Osteodermo de titanossauro da região de Peirópolis, Município de Uberaba (retirado de Azevedo & Kellner, 1998).....	68
Figura 16. Vértébras caudais anteriores de <i>Trigonosaurus pricei</i> , em vista lateral direita. Barra de escala = 100 mm (retirado de Campos et al. (2005).....	70
Figura 17. Vértébras caudais de <i>Aelosaurus</i> , com suas respectivas hemapófises, em exposição no Museu de Monte Alto.....	71
Figura 18. Fêmur de <i>Aelosaurus</i> sp, em exposição no Museu de Monte Alto. Foto do Auto.....	71
Figura 19. <i>Adamantisaurus mezzalirai</i> , holótipo, Formação Adamantina, Cretáceo Superior. (1-8) vértebras caudais proximais (MUGEO 1282). 1- segunda vértebra caudal, vista lateral esquerda; 2/4- terceira vértebra caudal, vistas lateral esquerda, posterior e anterior; 5/6- quarta vértebra caudal, vistas lateral esquerda e anterior; 7- vértebra caudal, vista posterior; 8- sexta vértebra caudal, vista lateral direita; 9/10- hemapófises (MUGEO 1289 - 1295), em vistas posterior e lateral esquerda.....	72
Figura 20. Maxilar direito de <i>Maxakalisaurus topai</i> : A- vista lateral; B- vista medial; C- Vista oclusal; D- Detalhe do dente (Kellner et al., 2006).....	73
Figura 21. Fragmento de rádio de titanossauro. Formação Adamantina da região de Flórida Paulista (Geroto, 2006).....	73
Figura 22. Restos de titanossauros. A- Centro de vértebra caudal parcial; B- Centro de vértebra caudal; C- possível falange; D- Coracóide direito em vistas medial (acima) e dorsal (abaixo). Barra de escala = 10 cm (retirado de Lopes & Buchman, 2008).....	74
Figura 23. Crânios e mandíbulas de crocodylíformes do Grupo Bauru, essencialmente provenientes da Formação Adamantina, em vistas laterais direitas. A - <i>Sphagesaurus huenei</i> (retirado de POL, 2003). B - <i>Baurusuchus pachecoi</i> (retirado de PRICE, 1945). C - <i>Baurusuchus "salgadoensis"</i> (retirado de CARVALHO et al., 2005). D, <i>Stratiotosuchus maxhechti</i> (retirado de Campos et al., 2001).....	77
Figura 24. Espécimen UFRJ-DG 288 R, baurussúquido da Formação Adamantina, proveniente do Município de General Salgado (Arruda et al., 2004).....	79
Figura 25. <i>Stratiotosuchus maxhechti</i> (DGM 1477-R, holótipo). Fig.1 - vista lateral esquerda do crânio, barra de escala = 10 cm. Fig. 2 - esquema da vista lateral esquerda do crânio, barra de escala = 10 cm (CAMPOS et al., 2001).....	82
Figura 26. Afloramento de arenitos finos, localizado no Município de Irapuru (Ponto 38).....	87

Figura 27. Afloramento no Município de Irapuru (Ponto 38) com detalhes das estratificações cruzadas.....	88
Figura 28. Xifiplastrão de Testudines, em vista dorsal.....	91
Figura 29. Possível fragmento de crânio (LF-014).....	92
Figura 30. Provável surangular (V003), em vista lateral.....	93
Figura 31. Dente V1, em vista labial.....	95
Figura 32. Dente V1, em vista lingual.....	95
Figura 33. FABL (esquema da seção basal), de V1).....	95
Figura 34. Dente V2, em vista lingual.....	97
Figura 35. Dente V2, em vista labial.....	97
Figura 36. FABL (esquema da seção basal), de V2.....	97
Figura 37. Dente V3, em vista lingual.....	99
Figura 38. Dente V3, em vista labial.....	99
Figura 39. FABL (esquema da seção basal), de V3.....	99
Figura 40. Dentes de crocodylomorfos, encontrados junto a materiais de Titanosauria (C1, C2, C3 e C4).Figura 22. Dentes de crocodylomorfos.....	102
Figura 41. Dentes de crocodylomorfos.....	111
Figura 42. Epífise proximal de osso longo (LF-015).....	112
Figura 43. Fragmento de crânio de Maniraptoriformes (LF-013), em vista lateral externa.....	113
Figura 44. Fragmento de crânio de Maniraptoriformes (LF-013), em vista medial.....	114
Figura 45. Epífise proximal de osso longo (LF-016).....	115
Figura 46. Diáfise de osso longo (DF-1), em vistas lateral e medial.....	117
Figura 47. Diáfise de osso longo (DF-2), em vistas lateral e medial.....	117
Figura 48. Diáfise de osso longo: (A) DF-3 em vista lateral; (B) DF-4 em vista medial.....	118
Figura 49. Dente V4, em vista labial.....	119
Figura 50. Dente V4, em vista lingual.....	119
Figura 51. FABL (esquema da seção basal) de V4.....	120
Figura 52. Dente V9, em vista labial.....	121
Figura 53. Dente V9, em vista lingual.....	121
Figura 54. FABL (esquema da seção basal) de V9.....	122
Figura 55. Dente V11, em vista lingual.....	123
Figura 56. Dente V11, em vista labial.....	123
Figura 57. FABL (esquema da seção basal) de V11.....	123
Figura 58. Dente V5, em vista lingual.....	125
Figura 59. Dente V5, em vista labial.....	125
Figura 60. FABL (esquema da seção basal), de V5.....	125
Figura 61. Dente V6, em vista labial.....	127
Figura 62. Dente V6, em vista lingual.....	127
Figura 63. FABL (esquema da seção transversal basal), de V6.....	127

Figura 64. Dente V12, em vista labial.....	129
Figura 65. Dente V12, em vista lingual.....	129
Figura 66. FABL (esquema da seção transversal basal) de V12.....	129
Figura 67. Dente V15, em vista labial.....	130
Figura 68. Dente V15, em vista lingual.....	131
Figura 69 FABL (esquema da seção transversal basal), de V15.....	131
Figura 70. Dente V7, em vista lingual.....	132
Figura 71. Dente V7, em vista labial.....	132
Figura 72. FABL (esquema da seção transversal basal), de V7.....	133
Figura 73. Dente V8, em vista lingual.....	134
Figura 74. Dente V8, em vista labial.....	134
Figura 75. FABL (esquema da seção transversal basal), de V8.....	134
Figura 76. Dente V10, em vista labial.....	136
Figura 77. Dente V10, em vista lingual.....	136
Figura 78. FABL (esquema da seção transversal basal), de V10.....	136
Figura 79. Dente V14, em vista lingual.....	138
Figura 80. Dente V14, em vista labial.....	138
Figura 81. FABL (esquema da seção transversal basal), de V14.....	138
Figura 82: Dente V17 em vista labial.....	140
Figura 83: Dente V17 em vista lingual.....	140
Figura 84: FABL (esquema de seção basal transversal) de V17.....	140
Figura 85. Dente V13, em vista labial.....	142
Figura 86. Dente V13, em vista lingual.....	142
Figura 87. FABL (esquema da seção transversal basal), de V13.....	142
Figura 88. Dente V16, em vista labial.....	144
Figura 89. Dente V16, em vista lingual.....	144
Figura 90. Vértebra caudal (LF-007), em vista lateral esquerda.....	146
Figura 91. Vértebra caudal (LF-007), em vista lateral direita.....	147
Figura 92. Centro de vértebra caudal (LF-008), em vista lateral direita.....	148
Figura 93. Centro de vértebra caudal (LF-009), em vista lateral direita.....	149
Figura 94. Centro de vértebra caudal (LF-010), em vista lateral direita.....	150
Figura 95. Região proximal de púbis direito de Titanosauria (LF-011), em vista lateral.....	152
Figura 96. Reconstrução do púbis direito LF-011, tomando-se como base o equivalente de Camarasaurus.....	153
Figura 97 Pubis direito de Camarasaurus, vista lateral e posterior (retirado de WILSON & SERENO, 1998 apud SANTUCCI, 2005).....	154
Figura 98. Fragmento de ísquio direito de Titanosauria (LF-012), em vista lateral.....	155

Figura 99. Costelas de Titanosauria: (A) LF-1V; (B) LF-2V; (C) LF-3V.....	157
Figura 100. Costela de Titanosauria (LF-4V).....	158
Figura 101. Úmero direito (LF-001), em vista medial.....	159
Figura 102. Úmero direito (LF-001), em vista lateral.....	160
Figura 103. Úmero esquerdo (LF-002), em vista medial.....	161
Figura 104. Úmero esquerdo (LF-002), em vista lateral.....	162
Figura 105. Úmero esquerdo (LF-006), em vista medial.....	163
Figura 106. Fêmur direito (LF-003), em vista anterior.....	164
Figura 107. Fêmur direito (LF-003), em vista posterior.....	164
Figura 108. Tibia direita (LF-005): (A) vista posterior; (B) vista fibular.....	165
Anexo A: Mapa de Localidades Fossilíferas nos Afloramentos entre Lucélia e Irapuru.....	194

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	14
2.OBJETIVOS	16
3.METODOLOGIA	17
4.GEOLOGIA REGIONAL	24
4.1. Grupo Bauru	26
4.1.2. Unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru	32
4.2. Geologia da área de investigação	40
4.2.1. Paleoambiente regional	41
4.3. Bioestratigrafia	43
5. ASPECTOS MORFOLÓGICOS E SISTEMÁTICOS	45
5.1. Testudines	45
5.2. Crocodylomorfa	47
5.2.1. Crocodyliformes	48
5.3. Dinosauria	49
5.3.1. Maniraptora	49
5.3.1.1. Classificação dos dentes de Maniraptoriformes	51
5.3.2. Titanosauria	54
6. PALEOECOLOGIA e PALEOETOLOGIA	59
6.1. Testudines	61
6.2. Crocodylomorfa	61
6.3. Theropoda	62
6.4. Titanosauria	65
7. REVISÃO HISTÓRICA REGIONAL DOS TITANOSSAUROS	68

8. REGISTROS DE VERTEBRADOS FÓSSEIS NAS REGIÕES COM AFLORAMENTOS DA FORMAÇÃO ADAMANTINA, NO ESTADO DE SÃO PAULO	75
8.1. Peixes	75
8.2. Testudines	75
8.3. Crocodyliformes	76
8.3.1. Notosuchia	77
8.3.2. Baurusuchidae	78
8.3.2.1. <i>Stratiotosuchus maxhechti</i> Campos et al., 2001	80
8.4. Theropoda	83
8.4.1. Maniraptora	83
8.4.2. Abelisauridae	83
8.5. Titanosauria	84
8.5.1. <i>Adamantisaurus mezzalirai</i> (SANTUCCI & BERTINI, 2006)	84
9. RESULTADOS	86
9.1. Materiais associáveis a Testudines	90
9.2. Fósseis de crocodiliformes	91
9.3. Materiais associáveis a Maniraptora	112
9.4. Materiais associáveis a Titanosauria	145
10. DISCUSSÃO	166
10.1. Considerações gerais	166
10.2. Testudinos	168
10.3. Crocodylomorfa	168
10.4. Maniraptora	170
10.5. Titanossauros	171
11. CONCLUSÕES	173

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\_\_\_\_\_176

ANEXO A – MAPA DE LOCALIDADES FOSSILIFERAS NOS  
AFLORAMENTOS ENTRE LUCÉLIA E IRAPURU\_\_\_\_\_194

## 1. INTRODUÇÃO

A área de estudo situa-se no âmbito do Grupo Bauru, um conjunto cretácico de depósitos sedimentares. Estudos anteriores propunham diversas hierarquias estratigráficas, uma parte delas apresentando-se talvez pouco operacionáveis em campo. Esta unidade foi, inicialmente considerada como grupo por Almeida & Barbosa (1953), não tendo sido aceita, esta hierarquia foi posteriormente considerada como série (FREITAS, 1955), formação (MEZZALIRA, 1974) e por fim grupo por Soares *et al.* (1980), estes últimos responsáveis pela divisão clássica utilizada até o momento.

Inserida no Grupo Bauru, a Formação Adamantina é sua maior sucessão de depósitos sedimentares do Cretáceo do sudeste do Brasil. No sudoeste do Estado de São Paulo, entre os municípios de Lucélia e Irapuru, ocorrem afloramentos desta unidade, que têm se mostrado uma importante fonte de prospecção e investigação de vertebrados fósseis. Os primeiros achados fósseis na região datam do início do Século XX, prosseguindo até os dias de hoje.

A área de estudo, nesta investigação, contém afloramentos previamente visitados por Andrade (2002), que realizou levantamentos preliminares geológico e paleobiológico, com algumas interpretações paleoecológicas. O acréscimo de materiais prospectados na região, durante os últimos 8 anos, bem como de novos pontos de coleta para fósseis, trazem novas informações, que contribuirão para futuras abordagens paleoambientais, biocronológicas, paleobiogeográficas e eventualmente filogenéticas, dos grupos de paleovertebrados ali recolhidos.

Os principais fósseis de vertebrados encontrados na área de estudo pertencem a Testudines, Crocodyliformes, Theropoda e Sauropoda. O material se encontra quase sempre fragmentado, sendo raros elementos ósseos completos. Testudinos se representam por fragmentos de carapaças e plastrões. Crocodylomorfos se registram, especialmente, por meio de dentes, assim como os Maniraptora. Titanossauros se preservam principalmente por meio de elementos ósseos apendiculares.

Trabalhos anteriores abordaram a paleofauna da região cretácica situada no sudeste do Brasil (BERTINI, 1993; BERTINI *et al.*, 1997; FRANCO & BERTINI, 1997), propondo a presença de um endemismo entre os morfótipos locais, bem como a

presença de animais com uma distribuição paleobiogeográfica mais ampla, habitando outras regiões do Cretáceo da América do Sul (SANTUCCI, 2002).

Uma investigação desenvolvida por Franco (1999), classificando os dentes de Maniraptora encontrados na Formação Adamantina, apresentou elementos dentários como evidências do endemismo neste grupo, que apresenta características únicas, não observadas em outros animais do mesmo grupo.

No âmbito dos vertebrados fósseis da região, um grupo significativo é o dos titanossauros, herbívoros quadrúpedes, com crânio pequeno em relação ao corpo, com pescoço e cauda alongados e membros colunares. A prospecção sobre elementos ósseos destes animais é abundante na Bacia Bauru. Assim uma revisão histórica dos achados titanossaurianos na região se mostrou necessária.

Por conta da importância da região para a prospecção de vertebrados fósseis, e, tendo em vista os novos afloramentos e materiais coletados nos últimos anos, esta Dissertação de Mestrado buscou realizar primariamente:

- levantamento detalhado de afloramentos conhecidos na região,
- identificação do material fóssil coletado na área de estudo.

## 2. OBJETIVOS

Esta Dissertação de Mestrado tem como objetivos (a) detalhar os trabalhos de prospecção sobre vertebrados fósseis, desenvolvidos nos afloramentos localizados entre os municípios de Lucélia e Irapuru, bem como (b) a avaliação de fósseis previamente encontrados e seu valor acadêmico-científico-investigativo, buscando-se assim (c) aumentar o conhecimento sobre a paleobiodiversidade da região. Desta maneira, para possibilitar um registro preciso e confiável, foi realizada uma caracterização dos espécimens encontrados, o que se espera seja um material de ajuda para futuros trabalhos na área.

Devido à relativa importância dos Titanosauria para a região, fez-se necessário um trabalho de levantamento das ocorrências, possibilitando um registro dos espécimens encontrados, associáveis ao clado.

Considerando a ocorrência de depósitos sedimentares da Formação Adamantina em toda a região, se propõe um detalhamento das localidades previamente listadas por Andrade (2002) nas quais ocorrem fósseis. Visando auxiliar futuras coletas na região se buscou fazer um levantamento de tais localidades, entre Lucélia e Irapuru.

### 3. METODOLOGIA

Para o levantamento das áreas fossilíferas foram realizadas visitas às regiões dos municípios de Lucélia, Adamantina, Flórida Paulista, Pacaembu e Irapuru, onde se prospectou em busca de afloramentos que continham restos de vertebrados fósseis. Estas visitas também visaram à coleta de novos materiais.

As peças foram retiradas utilizando instrumentos usuais de escavação, especialmente martelos e talhadeiras, proporcionais aos materiais escavados. Espécimens menores foram transportados embrulhados em jornais, os maiores eram eventualmente cobertos com uma jaqueta de gesso, visando protegê-los de impactos durante o transporte.

O material coletado foi limpo nos laboratórios. Para isto foi usada instrumentação adequada de pincéis e instrumentos metálicos, como estiletos. Eventuais fragmentos, cobertos pela matriz sedimentar, foram limpos com a utilização de caneta perfuradora, trepanador e brocas.

Feita a limpeza foram identificados por comparação com outros materiais, baseando-se em literatura específica e eventuais consultas a coleções.

Ao final da identificação as peças foram catalogadas com um código, utilizando-se as metodologias curatoriais usuais.

Para a revisão histórica dos registros, e também para a prospecção de fósseis de vertebrados, foi realizado um levantamento bibliográfico prévio.

Seguem alguns dos afloramentos, de onde foram resgatados materiais de vertebrados, registrados na literatura, contidos na área de investigação:

**Ponto 2** (ANDRADE, 2002) [Localidade 33 (Irapuru I) de BERTINI, 1993]

Arredores da igreja matriz da Cidade de Irapuru (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 3** (ANDRADE, 2002) [Localidade 34 (Irapuru II) de BERTINI, 1993]

Marco quilométrico 659 + 500 m, da Rodovia Pacaembu Paulista / Irapuru, Município de Irapuru (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 4** (ANDRADE, 2002) [Localidade 35 (Pacaembu I) de BERTINI, 1993]

Cisterna nas proximidades da Cidade de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 5** [Localidade 36 (Pacaembu II) de BERTINI, 1993]

Trecho rodoviário entre Adamantina e Panorama, Município de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 6** [Localidade 37 (Pacaembu III) de BERTINI, 1993]

Cisterna aberta no pátio da Estação Ferroviária da Cidade de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 7** [Localidade 38 (Pacaembu IV) de BERTINI, 1993]

Marco quilométrico 19 do corte ferroviário abandonado da antiga Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, no trecho entre Adamantina e Pacaembu, Município de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 8** [Localidade 39 (Pacaembu V) de BERTINI, 1993]

Corte de ramal ferroviário abandonado da antiga Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, nas proximidades da Cidade de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 9** [Localidade 40 (Pacaembu VI) de BERTINI, 1993]

Chácara Idehara, arredores da Cidade de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 10** [Localidade 41 (Pacaembu VII) de BERTINI, 1993]

Usina Esteves, Município de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 11** [Localidade 42 (Pacaembu VIII) de BERTINI, 1993]

Região de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993). Diversos autores reportam a ocorrência de dentes e fragmentos de dentes de crocodylomorfos, teropodomorfos e saurópodos nesta localidade (MEZZALIRA 1966, 1974, 1989; CAMPOS & CASTRO, 1978; BERTINI, *op. cit.*).

**Ponto 12** [Localidade 43 (Pacaembu IX) de BERTINI, 1993]

Marco quilométrico 25 + 600 m (Corte 89) de ramal ferroviário abandonado da antiga Companhia Paulista de Estradas de Ferro, no trecho entre Adamantina e Irapuru, Município de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 13** [Localidade 44 (Pacaembu X) de BERTINI, 1993]

Marco quilométrico 25 (Corte 93) do ramal ferroviário da antiga Companhia Paulista de Estradas de Ferro, no trecho entre Adamantina e Irapuru, Município de Pacaembu (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 14** [Localidade 45 (Flórida Paulista) de BERTINI, 1993]

Região da Cidade de Flórida Paulista (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993). Para este ponto são reportados dentes e fragmentos ósseos de crocodylomorfos, teropodomorfos e saurópodos (MEZZALIRA, 1974; CAMPOS & CASTRO, 1978; BERTINI, *op. cit.*).

**Ponto 15** [Localidade 46 (Adamantina I) de BERTINI, 1993]

Cisterna a Oeste da Estação Ferroviária da Cidade de Adamantina, profundidade 20 a 36 metros (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993).

**Ponto 16** [Localidade 47 (Adamantina II) de BERTINI, 1993]

Cerca de 500 m antes da entrada para Adamantina, Rodovia Tupã à Flórida Paulista, Município de Adamantina (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993). BERTINI (*op. cit.*) reporta a ocorrência de biválvios fósseis neste ponto.

**Ponto 17** [Localidade 48 (Lucélia) de BERTINI, 1993]

Cidade de Lucélia (MEZZALIRA, 1979; BERTINI, 1993). As ocorrências fósseis para este ponto consistem de restos dinossaurianos variados (MEZZALIRA 1966, 1989; CAMPOS & CASTRO, 1978; BERTINI, *op. cit.*).

**Ponto 18** [Localidade 49 (ANDRADE, 2002)]

Corte 45 da ferrovia entre Adamantina e Flórida Paulista (ANDRADE, 2002). SANTUCCI (1999) reporta a presença de dentes fragmentados, de seção transversal circular a elipsóide, identificados como pertencentes aos Titanosauridae.

**Ponto 19** [Localidade 50 (ANDRADE, 2002)]

Estação ferroviária da Cidade de Irapuru, cisterna com 7 m de profundidade (ANDRADE, 2002). SANTUCCI (1999) reporta a presença de dentes fragmentados de seção transversal circular, com 1,5 cm de comprimento, identificados como pertencentes aos Titanosauridae.

**Ponto 20** [Localidade 51 (ANDRADE, 2002)]

Pacaembu (ANDRADE, 2002). Para esta localidade foi descrita uma costela incompleta, com aproximadamente 1 metro de comprimento, apresentando tecido esponjoso no centro, identificada como pertencente aos Titanosauridae (SANTUCCI, 1999).

**Ponto 21** [Localidade 52 (ANDRADE, 2002)]

Pacaembu (ANDRADE, 2002). Foi encontrado neste ponto um fragmento proximal de costela, com 20 centímetros de comprimento, apresentando tecido esponjoso no centro, identificado como pertencente aos Titanosauridae (SANTUCCI, 1999).

**Ponto 22** [Localidade 53 (ANDRADE, 2002)]

Pacaembu (ANDRADE, 2002). SANTUCCI (1999) reporta, para esta localidade, dois fragmentos de costelas, com 10 e 20 centímetros de comprimento respectivamente. Ambos foram atribuídos aos Titanosauridae.

**Ponto 23** [Localidade 54 (ANDRADE, 2002)]

Pacaembu (ANDRADE, 2002). O material fóssil encontrado neste ponto compreende fragmentos de costela com 25 centímetros de comprimento, pertencentes aos Titanosauridae (SANTUCCI, 1999).

**Ponto 24** [Localidade 55 (ANDRADE, 2002)]

Corte de estrada de ferro entre Adamantina e Irapuru, Município de Flórida Paulista (ANDRADE, 2002). Originalmente o material fóssil encontrado neste ponto foi relatado como proveniente de Pacaembu, por MEZZALIRA (1989). Porém sua localização original é o Município de Flórida Paulista (ANDRADE, *op. cit.*). Trata-se

de um fêmur completo, com 110 centímetros de comprimento, 10 centímetros de espessura na diáfise, 25 centímetros na maior largura da diáfise; seis vértebras caudais articuladas, proximais e médias (SANTUCCI, 1999).

**Ponto 25** [Localidade 56 (ANDRADE, 2002)]

Pacaembu (ANDRADE, 2002). SANTUCCI (1999) relata, para este ponto, um rádio direito bem preservado, com 66 centímetros de comprimento total e 10 cm de menor largura na diáfise, atribuído aos Titanosauridae.

**Ponto 26** [Localidade 57 (ANDRADE, 2002)]

Pacaembu (ANDRADE, 2002). Um centro vertebral dorsal, com 22 centímetros de comprimento, e apresentando um pleurocelo profundo e bem definido, é reportado para este ponto. Este material foi identificado como pertencente a Titanosauridae (SANTUCCI, 1999).

**Ponto 27** [Localidade 58 (ANDRADE, 2002)]

Pacaembu (ANDRADE, 2002). SANTUCCI (1999) relata, para este ponto, uma epífise proximal de úmero, bem desgastada, com 35 centímetros de comprimento e maior largura preservada de 20 centímetros, identificada como pertencendo a Titanosauridae.

**Ponto 28** [Localidade 59, Ponto 11 de ANDRADE, 2002]

Proximidades da Fazenda Santa Laura, ao Norte do Município de Flórida Paulista (ANDRADE, 2002). São encontrados restos de ostrácodos neste ponto (ANDRADE, *op. cit.*).

**Ponto 29** [Localidade 60, Ponto 12 de ANDRADE, 2002]

Proximidades da Fazenda Santa Laura, ao Norte do Município de Flórida Paulista (ANDRADE, 2002). A autora reporta os seguintes achados fósseis para esta localidade:

- Fragmento de coprólito indeterminado, com 1,5 centímetro, tanto na largura quanto no comprimento;
- Fragmentos (dois) de coprólitos indeterminados;
- Corte transversal de concha de molusco bivalvío;

- Fragmento de escama de Lepisosteidae;
- Fragmento de teto craniano de peixe indeterminado;
- Fragmentos (dois) cranianos de peixes indeterminados;
- Fragmentos (diversos) de cascos de Testudines;
- Fragmentos (dois) de dentes de crocodylomorfos;
- Elementos ósseos (quatro) apendiculares de Dinosauria;
- Fragmento de dente de Maniraptora;
- Fragmentos (diversos) de elementos ósseos indeterminados.

**Ponto 30** [Localidade 61, Ponto 13 de ANDRADE, 2002]

Proximidades do Distrito de Atlântida, Município de Flórida Paulista (ANDRADE, 2002). Entre os restos encontrados na região estão cinco fragmentos de cascos de Testudines; um fragmento de dente de Titanosauridae, com seção circular; um fragmento de dente de Maniraptoriformes; fragmentos ósseos indeterminados (ANDRADE, *op. cit.*).

**Ponto 31** [Localidade 62, Ponto 17 de ANDRADE, 2002]

Proximidades do cruzamento entre o Córrego Pacaembu e a Rodovia SP-294, ao Norte da pista de pouso de aviões, no Bairro São Simão, Distrito de Atlântida, Município de Flórida Paulista (ANDRADE, 2002). Os materiais fósseis encontrados neste ponto tratam-se de dois fragmentos de crânios de peixes indeterminados; dois fragmentos de cascos de Testudines; seis fragmentos ósseos indeterminados (ANDRADE, *op. cit.*).

**Ponto 32** [Localidade 63, Ponto 20 de ANDRADE, 2002]

Estrada que liga a Cidade de Pacaembu ao Bairro Santa Maria, 500 m a Sul do cruzamento com ramal ferroviário da antiga Companhia Paulista de Estradas de Ferro, Município de Pacaembu (ANDRADE, 2002). Além de diversos fragmentos ósseos indeterminados, ANDRADE (*op. cit.*) reporta o achado de um fragmento craniano de peixe indeterminado; um dente de Crocodylomorpha, cônico, apresentando seção circular e estrias longitudinais; um centro de vértebra de Titanosauridae; um dente fragmentado de Maniraptoriformes, ligeiramente curvo, com bordos serrilhados e seção transversal em forma de “D”.

**Ponto 33** [Localidade 64, Ponto 24 de ANDRADE, 2002]

Saída da Cidade de Pacaembu, na margem da estrada vicinal que a liga à Cidade de Irapuru, proximidades da bifurcação que leva ao Bairro Sumatra, Município de Pacaembu (ANDRADE, 2002). Para esta localidade a autora informa o achado de escamas isoladas de Lepisosteidae e dois fragmentos ósseos indeterminados.

**Ponto 34** [Localidade 65, Ponto 38 de ANDRADE, 2002]

Estrada vicinal ligando os bairros Tucuruvi e Bandeirantes, Cidade de Adamantina, 800 m a frente da ponte sobre o Córrego Nove de Julho, no sentido Bandeirantes à Tucuruvi, Município de Adamantina. Neste ponto foram encontrados apenas restos ósseos fragmentados e indeterminados (ANDRADE, 2002).

#### 4. GEOLOGIA REGIONAL

A Bacia Bauru é uma estrutura bacinal situada estratigraficamente sobreposta à Bacia do Paraná (Figura 1), sendo, geograficamente, a mais extensa seqüência sedimentar continental, de idade cretácica, da América do Sul (FERNANDES & COIMBRA, 1996). Está localizada no Sudeste do Brasil, apresentando afloramentos nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Noroeste do Paraná (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

Seus depósitos sedimentares são de origens fluviais e lacustres, com algumas fácies representando frentes deltáicas e planícies aluviais (FERNANDES & COIMBRA, 1996). Com área de aproximadamente 350.000 km<sup>2</sup> foi depositada após o período de tempo que se seguiu ao evento de vulcanismo de fissura, relacionado com a fragmentação do Gondwana, que originou África e América do Sul (FERNANDES & COIMBRA, *op. cit.*). Este derrame basáltico é representado pela Formação Serra Geral.

As maiores espessuras dos depósitos Bauru se localizam estratigraficamente, acima dos mais espessos depósitos de lavas da Formação Serra Geral, mostrando que a subsidência da Bacia Bauru se deve a reajustes flexurais negativos da litosfera, ocorridos após o empilhamento, resfriamento e acomodação mecânica das rochas magmáticas (MILANI, 1997).

Ocorre uma discussão quanto à validade da Bacia Bauru, muitos autores preferindo considerar os grupos Bauru e Caiuá, quando tratados, como pertencentes à Bacia do Paraná. Milani (1997) identifica as rochas neocretácicas, sobrepostas a Formação Serra Geral, como pertencentes a Supersequência Bauru, no contexto da Bacia do Paraná. No entanto este derrame basáltico cobriu por completo a Bacia do Paraná, encerrando assim seus eventos sedimentares, permitindo a origem da Bacia Bauru, delimitada por discordâncias erosivas de caráter continental no topo e na base, ocorridas de modo individualizado, em um contexto de evolução geológica distinta da Bacia do Paraná (FERNANDES, 1992). Desta maneira, a definição de Bacia Bauru, separada da Bacia do Paraná, se tornaria operacionável em campo, não comprometendo os estudos sobre Geologia ou biotas do Cretáceo do Sudeste do Brasil, pois não apresentariam ligações com o restante da Bacia do Paraná.

Para Fernandes & Coimbra (2000) a Bacia Bauru seria dividida em dois grupos, sendo eles (a) Caiuá, subdividido nas formações Goio Erê, Rio Paraná e Santo

Anastácio e (b) Bauru, constituído pelas formações Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, Uberaba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília. No entanto Menegazzo (2009) aponta que os fósseis presentes na Formação Santo Anastácio são equivalentes aos encontrados no Grupo Bauru, justificando a proposta de que esta pertenceria ao Grupo Bauru.

Para esta Dissertação de Mestrado foi considerado que o Grupo Bauru abriga, não considerando as unidades em sub-superfície, as formações Araçatuba, Adamantina, Uberaba e Marília. Os demais nomes, como Vale do Rio do Peixe, São José do Rio Preto e Presidente Prudente, não são consideradas válidas e / ou operacionais no campo.

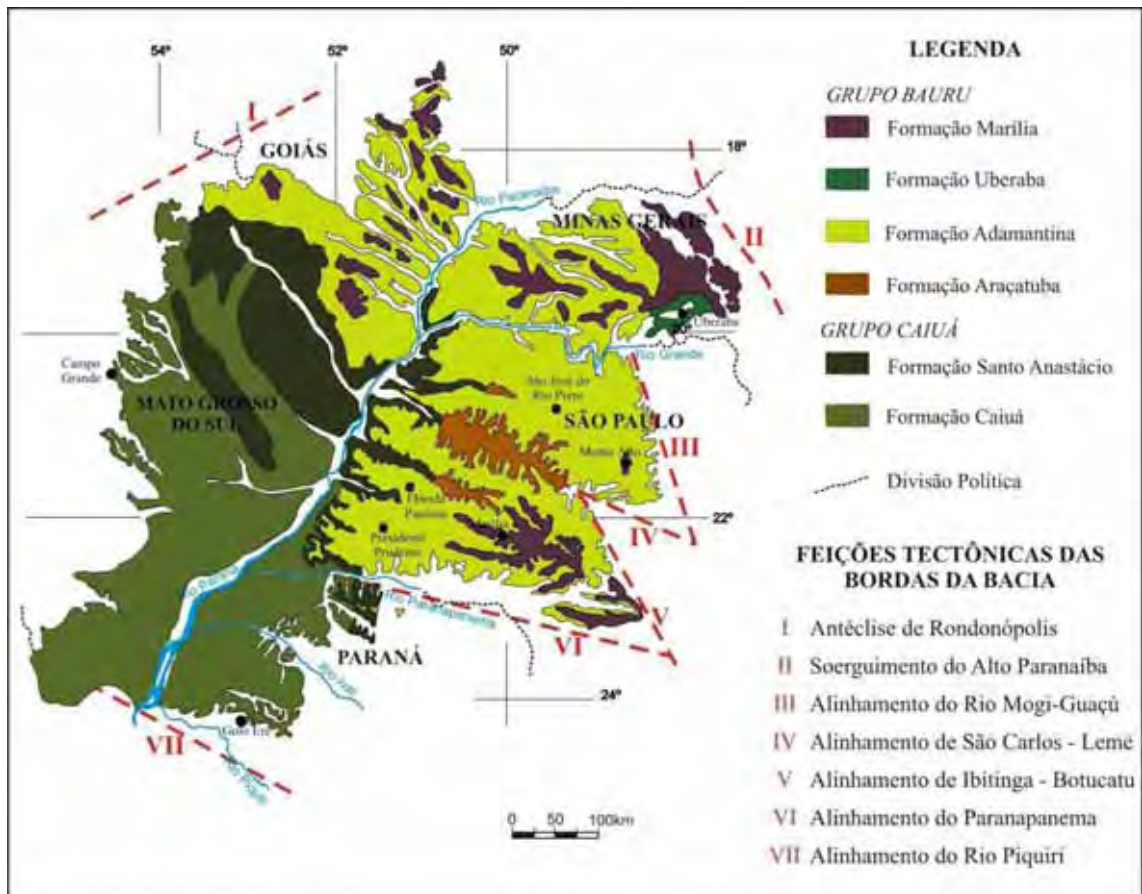


Figura 1. Mapa geológico da Bacia Bauru. Modificado de Fernandes & Coimbra (1996). Principais feições tectônicas das bordas da bacia por Riccomini (1997).

#### 4.1. Grupo Bauru

O Grupo Bauru compreende um pacote sedimentar cretácico que aflora em área de 117.000 km<sup>2</sup> no Estado de São Paulo (DAEE, 1990 *apud* PAULA E SILVA, 2003). Tem como substrato as rochas basálticas da Formação Serra Geral e localmente os sedimentos das formações Botucatu e Pirambóia, como ocorre na região de Bauru e Agudos (PAULA E SILVA & CAVAGUTI, 1994). A sedimentação do Grupo Bauru se limita a sul pelo alinhamento do Rio Alonzo / São Jerônimo-Curiúva, a norte pela Flexura de Goiânia, a noroeste pelo Arco de Bom Jesus de Goiás e a oeste pelo Arco de Campo Grande (FERREIRA *et al.* 1981, 1982).

Diversas propostas estratigráficas foram previamente feitas para o mesmo (Tabela 1). Gonzaga de campos (1905) o denomina de “Grês de Bauru”. Almeida & Barbosa (1953) usam o termo Grupo Bauru pela primeira vez, dividindo-o em duas unidades, Formação Itaqueri (inferior) e Formação Marília (superior).

Freitas (1955, 1964) considera todo este pacote sedimentar como Série Bauru, e inserido nele estaria o Grupo Bauru. Arid (1967) volta a usar o termo Formação Bauru, que havia sido proposto em 1930 pela Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo. Tal denominação voltou a ser usada por Suguio (1973) e Mezzalira (1974). Soares & Landim (1976) apresentam uma subdivisão desta seqüência em duas unidades: Formação Bauru Inferior e Formação Bauru Superior, o que poderia ter elevado estes depósitos à categoria de grupo.

Coimbra (1976) propõe que Formação Bauru seja dividida em três fácies, denominadas A, B e C. A Fácies A corresponderia à Formação Inferior de Soares & Landim (1975), a Fácies B seria constituída pelos arenitos tufáceos de Barbosa *et al.* (1970) e Soares & Landim (*op. cit.*), e por fim a Fácies C equivaleria à Formação Superior de Soares & Landim (*op. cit.*).

Para Suguio *et al.* (1977) a Formação Bauru é dividida em três litofácies: Araçatuba, São José do Rio Preto e Marília. Tal divisão também poderia ter elevado à unidade a categoria de grupo. Brandt Neto *et al.* (1978) subdividem a Formação Bauru em três membros: Inferior, Médio e Superior.

Tabela 1: Propostas estratigráficas para o Grupo Bauru

Gonzaga, 1905	G r ê s de B a u r u	
	A r e n i t o B a u r u	
Florence, 1907	G r u p o B a u r u	
	Fácies Marília	
Almeida & Barbosa, 1905	Fácies Itaqueri	
	S é r i e B a u r u	
Freitas, 1955, 1964	G r u p o B a u r u	
	F o r m a ç ã o B a u r u	
Arid, 1967	Formação Bauru Superior	
	Formação Bauru Inferior	
Soares & Landim, 1976	F o r m a ç ã o B a u r u	
	Fácies C	Fácies B
Coimbra, 1976	F o r m a ç ã o B a u r u	
	Fácies A	



Continuação

Barcelos <i>et al</i> , 1984	Fernandes, 1992	Batezelli, 1998	Fernandes & Coimbra, 1998	Paula e Silva, 2003
Mb. Ponte Alta Mb. Serra da Galga Mb. Echaporã	Mb. Ponte Alta Mb. Serra da Galga Mb. echaporã	Formação Marília	Mb. Ponte Alta Mb. Serra da Galga Mb. Echaporã	Mb. Ponte Alta Mb. Serra da Galga Mb. Echaporã
Fm. Marília	Fm. Marília	Formação Marília	Fm. Marília	Fm. Marília
Mb. São José do Rio Preto	Formação Adamantina	Formação Adamantina	Fm. Presidente Prudente Fm. São José do Rio Preto Fm. Uberaba	Formação Adamantina Fm. Uberaba
Fm. Adamantina	Formação Araçatuba	Formação Araçatuba	Fm. Araçatuba Fm. Vale do Rio do Peixe	Formação Araçatuba Formação Birigui
Fm. Santo Anastácio	Formação Santo Anastácio	Formação Santo Anastácio	Formação Santo Anastácio	Formação Santo Anastácio
Formação Caiuá	Formação Rio Paraná	Formação Santo Anastácio	Formação Rio Paraná	Formação Caiuá
G r u p o B a u r u	G r. B a u r u G r. C a i u á	G r. B a u r u G r. C a i u á	G r. B a u r u G r. C a i u á	G r u p o B a u r u

Soares *et al.* (1979) realizam um levantamento geológico nas regiões de Marília e Presidente Prudente, individualizando a Formação Caiuá e dividindo a Formação Bauru em três unidades, respectivamente:

- Formação Bauru (parte inferior), que incluía a Fácies Santo Anastácio;
- Formação Bauru (parte média), subdividida em fácies Ubirajara e Taciba;
- Formação Bauru (parte superior), denominada Fácies Marília.

A Formação Bauru é preliminarmente elevada à categoria de grupo por um trabalho de reconhecimento geológico realizado por Stein *et al.* (1979), sendo subdividido em duas unidades, Inferior (fácies Taciba e Ubirajara) e Superior (Fácies Marília).

Soares *et al.* (1980) mantém a categoria de Grupo Bauru e propõem a subdivisão clássica para esta unidade reconhecendo quatro formações, Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina (incluindo as litofácies Taciba e Ubirajara) e Marília (abrigando a Litofácies Itaqueri).

Do mesmo modo Suguio (1980) mantém a nomenclatura grupo, mas considera seis formações presentes para a unidade Bauru, levando em consideração as formações Caiuá, Santo Anastácio e Marília, mas dividindo a Formação Adamantina de Soares *et al.* (*op. cit.*) em Araçatuba, Uberaba e São José do Rio Preto.

Almeida *et al.* (1980) confirmam a divisão estratigráfica de Soares *et al.* (1980) para o Oeste paulista e parte de Mato Grosso do Sul e do Paraná. Barcelos *et al.* (1981) comentam a respeito das formações Uberaba e Marília (fácies Ponte Alta e Serra da Galga) do Triângulo Mineiro.

Barcelos *et al.* (1984) aceitam as mesmas quatro unidades geológicas de Soares *et al.* (1980), porém diferenciam-nas em Formação Marília, com os membros Ponte Alta e Serra da Galga, em Formação Adamantina, com o Membro São José do Rio Preto, e em Formação Santo Anastácio, com o Membro Araçatuba. Barcelos & Suguio (1987) incluem o Membro Echaporã na Formação Marília, na região do Triângulo Mineiro.

Finalmente Fernandes (1992) eleva a Formação Caiuá à categoria de grupo, abrigando três formações, Santo Anastácio, Goio Erê e Rio Paraná, bem como separa a unidade Caiuá do contexto do Grupo Bauru, que passa a ser formado apenas por duas unidades geológicas, formações Adamantina e Marília.

Batezelli (1998), seguindo em parte as propostas de Soares *et al.* (1980), Suguio (1980), Barcelos (1984) e Fernandes (1992), apresenta uma nova divisão

estratigráfica para a Bacia Bauru, no Estado de São Paulo, onde o Grupo Caiuá inclui a Formação Santo Anastácio, enquanto o Grupo Bauru abrange as formações Araçatuba, Adamantina e Marília (Figura 2).

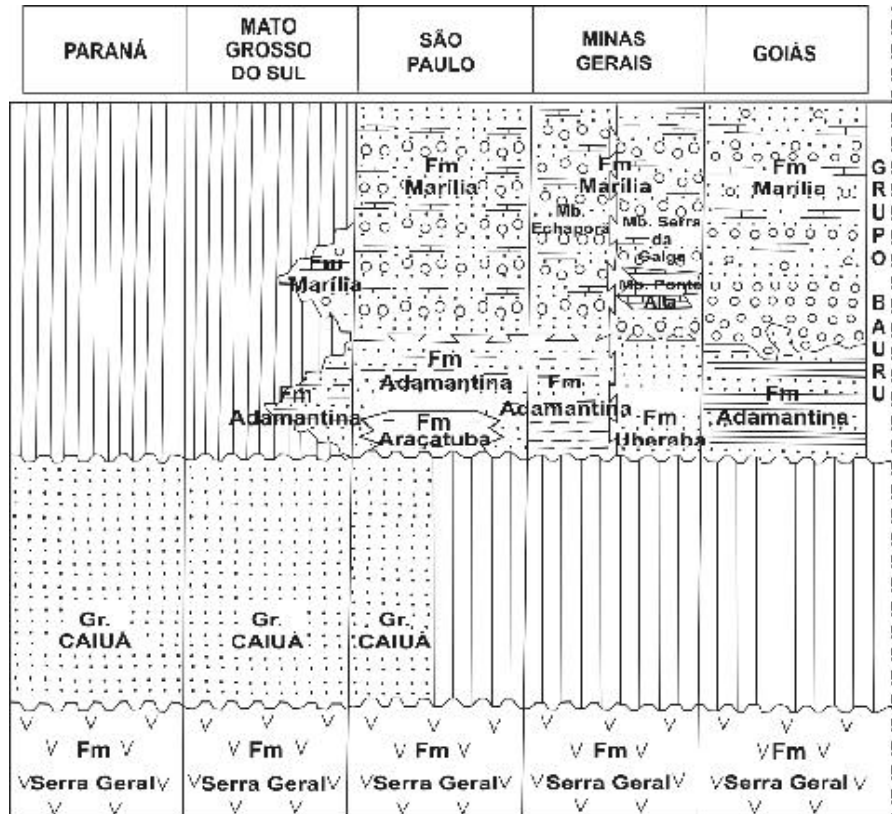


Figura 2. Proposta estratigráfica para o Grupo Bauru (BATEZELLI, 2003).

Fernandes & Coimbra (2000) propõem que as unidades da Bacia Bauru se desenvolveram lateralmente, em contraponto as propostas anteriores, que admitiam um desenvolvimento vertical das mesmas. Os autores invalidam a Formação Adamantina, sugerindo que se trataria de três distintas unidades geológicas, Presidente Prudente, Vale do Rio do Peixe e São José do Rio Preto. Esta proposta apresenta algumas dificuldades, pois a Formação Adamantina é operacionável em campo, além de ser um termo válido pelo Guia de Nomenclatura Estratigráfica (MENEZZO, 2009).

Paula e Silva (2003) aponta duas unidades geofísicas, de ocorrência exclusivamente em subsuperfície, caracterizáveis através de curvas de raio gama e resistividade e descrição de amostras de calhas, denominadas formações

Pirapozinho e Birigui. O autor também desconsidera o Grupo Caiuá e as formações Rio Paraná e Goio-Erê, resgatando a nomenclatura de formações Caiuá e Adamantina, e abrigoando as no Grupo Bauru.

Para esta Dissertação de Mestrado, a divisão estratigráfica se baseia em definições propostas por Soares *et al.* (1980), Batezelli (1998), Fernandes (1992) e Paula e Silva (2003). Desta maneira se assume como aceitável a proposta de Bacia Bauru. O Grupo Bauru, no Estado de São Paulo, subdivide-se em formações Caiuá, Pirapozinho, Santo Anastácio, Birigui, Araçatuba, Adamantina e Marília (Figura 3).

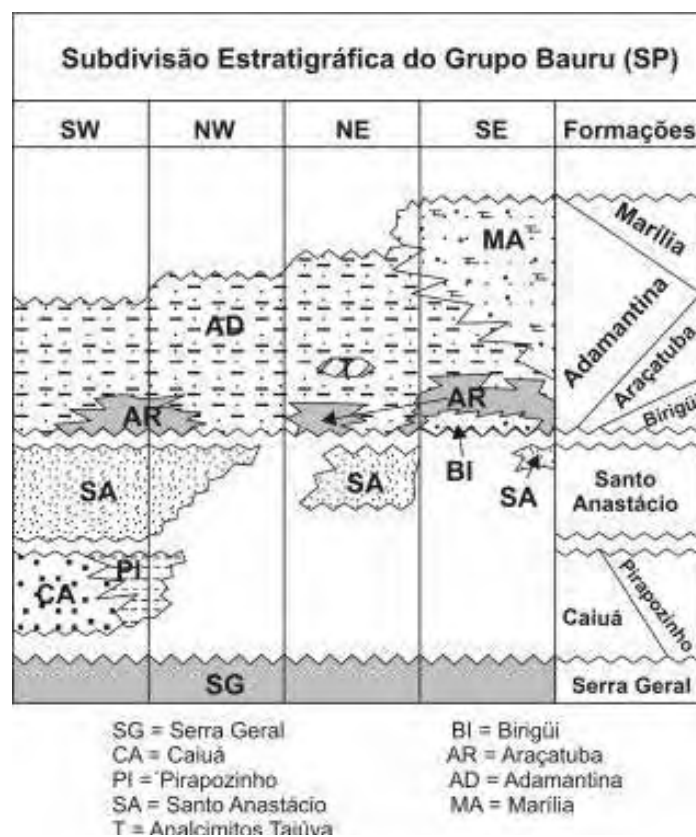


Figura 3. Relações estratigráficas entre as formações cretácicas suprabasálticas nos diferentes compartimentos do Estado de São Paulo (PAULA E SILVA, 2003).

#### 4.1.2. Unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru

As unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru no Estado de São Paulo estão enfileiradas por superfícies correlativas, representando discordâncias regionais. O estudo realizado por Paula e Silva *et al.* (2005) conseguiu reconhecer duas destas superfícies, denominadas de:

S1 - marcando o limite superior das formações Caiuá e Pirapozinho, e delimitando a sucessão sedimentar depositada no intervalo de tempo entre o vulcanismo Serra Geral e o evento erosivo regional, anterior à deposição da Formação Santo Anastácio

S2 - que marca o limite superior da Formação Santo Anastácio e delimita o intervalo de tempo entre o final do ciclo erosivo, que atingiu as formações Caiuá e Pirapozinho, e o final do ciclo erosivo seguinte, que abrange toda a Formação Santo Anastácio.

As demais unidades geológicas do Grupo Bauru são delimitadas na base pela superfície S2 ou pelos basaltos da Formação Serra Geral, e no topo pela superfície de erosão atual (PAULA E SILVA *et al.*, 2005).

Abaixo serão sumarizadas as unidades que compõem o Grupo Bauru. A Formação Adamantina, por ser a única a aflorar na área de estudo, é abordada com uma ênfase maior no item 4.2 - Geologia da Área de Investigação.

### **Formação Pirapozinho**

Definida, primariamente, por Paula e Silva *et al.* (1994), trata-se de uma unidade litoestratigráfica, predominantemente, pelítica que ocorre, exclusivamente, em subsuperfície delimitada na base, pelo assoalho basáltico e, no topo, pela discordância S1. Posiciona-se estratigraficamente acima da Formação Serra Geral e abaixo da Formação Araçatuba, estando interdigitada com a Formação Caiuá, o que aponta uma equivalência temporal com esta última (PAULA E SILVA *et al.*, 2005).

Justifica-se a proposta desta nova unidade devido a não compatibilidade de suas características litológicas com a definição estratigráfica de Soares *et al.* (1980) para a Formação Caiuá, e pela ampla faixa de ocorrência e facilidade de identificação em perfis geofísicos (PAULA E SILVA, 2003).

É composta de fácies pelíticas, caracterizadas por espessos pacotes de siltitos, lamitos arenosos e argilitos, vermelhos e castanhos e de tons acinzentados a esverdeados, em geral carbonáticos, intercalando-se a camadas de arenitos finos, raramente médios, em parte sílticos a argilosos (PAULA E SILVA *et al.*, 2005).

Para Paula e Silva *et al.* (1994), os perfis da Formação Pirapozinho são sugestivos de depósitos lacustres, com variações granulométricas verticais mais

finas ou mais grossas sendo interpretadas como flutuações do nível da base do lago.

As maiores espessuras de sedimentos foram registradas nas cidades de Álvarez Machado (65 m), Presidente Bernardes (52 m), Caiabú (50 m) e Presidente Prudente (48 m) (PAULA E SILVA, 2005).

### **Formação Caiuá**

A Formação Caiuá foi, primariamente, identificada como “Arenito Caiuá” por Washburne (1930 *apud* BATEZELLI, 1998), porém as similaridades litológicas com as unidades que a sucedem permitem incluí-la no Grupo Bauru (Soares *et al.*, 1980). Trata-se de uma unidade caracterizada por uma uniformidade litológica, contendo arenitos de finos a médios, com estratificações cruzadas de grande porte, tangenciais na base. Os grãos são subarredondados a bem arredondados, com grau variável de esfericidade, envolvidos por uma película de limonita, que fornece cor vermelha-escura a arroxeada para a litologia (Soares *et al.*, *op. cit.*).

Em subsuperfície se caracteriza pela presença de um pacote, predominantemente, psamítico constituído de arenitos vermelho-vinhos a marrom acastanhados, de granulometria variando de muito fina a média, grãos com boa esfericidade e cobertos por película ferruginosa, subarredondados, em geral pouco argilosos, localmente calcíferos, podendo apresentar, em sua porção basal, próximo ao contato com os basaltos Serra Geral, arenitos sílticos, marrom avermelhados, médios, calcíferos, como no poço de Planalto do Sul, Município de Teodoro Sampaio (PAULA E SILVA *et al.*, 1994).

É delimitada na porção basal pela discordância erosiva da superfície basáltica e, no topo, pela superfície de discordância S1. Lateralmente se interdigita com a Formação Pirapozinho (PAULA E SILVA *et al.*, 1999).

Soares *et al.* (1980) mostram que a sedimentação da Formação Caiuá teria ocorrido por deposição eólica, apontada por homogeneidade textural e estratificações cruzadas de grande porte. Fernandes & Coimbra (2000) contextualizam a deposição da Formação Caiuá durante um período de desertificação, com construções eólicas de grande porte da região central de mares de dunas, passando para depósitos de áreas desérticas periféricas. Paula e Silva *et al.* (2005), no entanto, mostram que em subsuperfície as fácies geofísicas,

organizadas em um padrão de *fining upward*, revelam uma deposição subaquosa em sistemas fluviais. Desta maneira a deposição desta unidade pode ter ocorrido por processos eólicos localmente dominantes, ou intercalados, subsidiariamente, com o sistema fluvial.

As maiores espessuras para esta formação chegam a cerca de 200 metros, no Morro dos Três Irmãos, no noroeste do Paraná (SOARES *et al.*, 1980). Em subsuperfície se encontram em Estrela do Norte (97 m), Narandiba (92 m), Presidente Venceslau (91 m) e Tarabaí (84 m) (Paula e Silva *et al.*, 2005).

Quanto ao conteúdo fóssilífero desta unidade, até o momento apenas icnofósseis, possivelmente pegadas de celurossauros e mamíferos, foram encontradas (LEONARDI, 1977).

### **Formação Santo Anastácio**

Landim & Soares (1976) foram os primeiros a utilizar o termo Santo Anastácio, usando-o para denominar uma então fácies da Formação Bauru, posteriormente designada como membro. Foi caracterizada como formação por Stein *et al.* (1979).

É predominantemente constituída por arenitos quartzosos, subarenosos, de granulometria muito fina a média, com grãos subarredondados a subangulares de cor marrom avermelhada. Localmente ocorrem cimentação e nódulos carbonáticos (SOARES *et al.*, 1980), intercalando-se com lentes de siltitos, argilitos e lamitos marrom avermelhados (PAULA E SILVA *et al.*, 2005). Os arenitos da Formação Santo Anastácio ocorrem em bancos de 2 a 3 cm, em estratos tabulares, com estratificações plano-paralelas.

Estratigraficamente encerram uma sucessão sedimentar balizada pelas superfícies de discordância S1 na base, e S2 no topo. Seu contato inferior com o complexo das formações Caiuá / Pirapozinho, bem como com a Formação Serra Geral, na ausência destas, é discordante. O contato superior pode ocorrer com as formações Birigui, Araçatuba ou Adamantina, também sendo discordante (PAULA E SILVA *et al.*, 2005).

Soares *et al.* (1980) sugerem um modelo fluvial meandrante transicional para anastomosado, essencialmente psamítico, para a deposição da Formação Santo Anastácio. Fernandes & Coimbra (2000) afirmam que se tratam de depósitos de

lençóis de areias, acumuladas em extensas planícies desérticas, marginais a um complexo de dunas e com eventuais depósitos de enxurradas de chuvas esporádicas. Paula e Silva *et al.* (2005) resgatam o modelo deposicional de Soares *et al.* (*op. cit.*), no entanto também admitem a presença de sedimentos eólicos.

As maiores espessuras preservadas da Formação Santo Anastácio foram constatadas nos poços de Valparaíso (127 m), Aparecida D'Oeste (123 m), Quatá (116 m), Mariápolis (113 m), Presidente Prudente (107 m) e Pirapozinho (103 m). Na região de São José do Rio Preto pode alcançar mais de 70 m, como na cidade de Potirendaba (76 m) (PAULA E SILVA *et al.*, 2005).

O conteúdo fossilífero se restringe a fragmentos de ossos pertencentes à crocodilomorfos, encontrados no Município de Pereira Barreto, SP (FITTIPALDI, 1989).

### **Formação Birigui**

Foi primariamente proposta por Paula e Silva (2003), tratando-se de uma unidade geofísica de ocorrência, exclusivamente, em subsuperfície. Posiciona-se estratigraficamente acima do horizonte S2 e seu contato basal é, usualmente, discordante com a Formação Serra Geral e, localmente com a Formação Santo Anastácio. No topo mantém contatos, aparentemente, concordantes com os pelitos da Formação Araçatuba (PAULA E SILVA *et al.*, 2005).

Caracteriza-se principalmente pela presença de corpos arenosos cinza esverdeados a esbranquiçados, bege amarelados e marrom acastanhados, com granulometria fina a média, podendo ocorrer arenitos mais grossos a conglomeráticos. Os perfis da Formação Birigui mostram corpos arenosos com intercalação de corpos pelíticos e baixa argilosidade (PAULA E SILVA *et al.*, 2005).

Por conta destas características Paula e Silva *et al.* (2005) consideram que a deposição ocorreu em ambientes fluviais de alta energia, predominantemente entrelaçados. As maiores espessuras para a Formação Birigui são de 51 m no Distrito de Taquari (Município de Birigüi), 48 m em Guaiçara, 43 m em Luiziânia e 42 m em Santa Maria do Gurupá (Município de Promissão) (PAULA E SILVA *et al.*, *op. cit.*).

## **Formação Araçatuba**

O termo Araçatuba foi usado pela primeira vez por Suguio *et al.* (1977), para denominar uma litofácies. A unidade veio a ser tratada como formação informalmente por Zaine *et al.* (1980 *apud* FERNANDES & COIMBRA, 2000). Fernandes & Coimbra (1998) oficializaram a nomenclatura Formação Araçatuba, contextualizando-a como produto de processos paludais de águas salinas rasas, pouco agitadas, sujeitas a períodos de exposição, que teria sofrido um assoreamento eólico por desertificação e redução das condições ambientais úmidas. Para Batezelli *et al.* (2003), os arenitos finos a muito finos, de coloração cinza esverdeada, siltosos, geralmente maciços, apresentando estratificações plano-paralelas e cruzadas de pequeno porte, são característicos de um ambiente lacustre. Paula e Silva *et al.* (2003) confirmam tal interpretação, através de uma análise de perfis de subsuperfície.

O contato basal da Formação Araçatuba é discordante, tanto em relação à Formação Serra Geral, quanto com a Formação Santo Anastácio, e com a Formação Birigui em subsuperfície (PAULA E SILVA *et al.*, 2003). No topo, e lateralmente, seu contato é gradual e interdigitado com a Formação Adamantina (BATEZELLI *et al.*, 2003).

A respeito do conteúdo fossilífero desta unidade, Mezzalira (1974) e mais tarde Fernandes *et al.* (2003), reportam moldes de conchóstracos. Bertini & Silva (1999) noticiam fragmentos de vertebrados, incluindo testudinos. Também são encontradas feições tubulares, interpretadas como marcas de raízes, por Fernandes *et al.* (2003).

## **Formação Uberaba**

A Formação Uberaba será tratada brevemente aqui, pois ocorre apenas no Estado de Minas Gerais, não aflorando em São Paulo ou demais áreas de afloramentos do Grupo Bauru. Trata-se de uma unidade que foi, primeiramente, caracterizada e definida como formação por Hasui (1968).

Apresenta uma espessura máxima de 85 metros e seu contato basal ocorre em não conformidade com basaltos da Formação Serra Geral, associado à uma brecha

basal. No topo é encoberta pelo Membro Serra da Galga da Formação Marília, com contatos raramente observados (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

É composta por arenitos, e em menor quantidade por lamitos, siltitos e conglomerados. Apresenta cor cinza esverdeada a verde oliva (FERNANDES & COIMBRA, 2000). Ocorrem estratificações cruzadas acanaladas e tabulares de pequeno a médio portes, estratificações plano-paralelas, algumas estruturas deformacionais e de injeção de argila, como estruturas em chama e dobras convolutas. É comum a presença de nódulos de carbonatos e níveis cimentados por Calcita, nos arenitos (BATEZELLI *et al.*, 2005).

Batezelli *et al.* (2005) realizaram uma análise petrográfica em amostras da Formação Uberaba, não encontrando minerais de origem vulcânica, o que entra em desacordo com o proposto por Dias-Brito *et al.* (2001), que sugerem contribuição vulcânica, advinda de um evento cronocorrelato ao vulcanismo Coniaciano-Santoniano, registrado em bacias costeiras brasileiras. Fernandes & Coimbra (2000), e também Batezelli *et al.* (2005), afirmam que o sistema deposicional da Formação Uberaba pode ser interpretado como fluvial entrelaçado, corroborando a afirmação de Hasui (1968), de que estes depósitos resultariam de transporte continental aquoso, com sedimentação descontínua.

### **Formação Marília**

Soares *et al.* (1980) definem a Formação Marília como uma unidade composta por arenitos que vão de grossos a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspato, minerais pesados e instáveis, ocorrendo em espessuras entre 1 e 2 metros, maciços e descontínuos, raramente apresentando estratificações cruzadas de médio porte ou camadas de lamito vermelho. Os autores também consideram os depósitos da Formação Itaqueri como uma litofácies da Formação Marília. Barcelos & Suguio (1987) propõem a divisão da Formação Marília nos membros Echaporã, Ponte Alta e Serra da Galga.

O Membro Echaporã se caracteriza por arenitos finos a grossos, frequentemente conglomeráticos, com intensa cimentação carbonática (BARCELOS *et al.*, 1987), sendo constituído por estratos tabulares de aspecto maciço, com espessura média entre 1 metro e 2,5 metros. Fernandes & Coimbra (2000)

consideram os arenitos imaturos, formando estratos de cores bege a rosa características, com cimentação e nódulos carbonáticos. Segundo Almeida *et al.* (1980), pode alcançar espessuras de até 180 metros no Estado de São Paulo. Sua deposição teria se dado por meio de partes distais de leques aluviais, acumuladas por fluxos em lençol (FERNANDES & COIMBRA, *op. cit.*). Apresenta contatos graduais interdigitados com a Formação Adamantina (MENEGAZZO, 2009).

O Membro Ponte Alta ocorre intimamente associado com o Membro Serra da Galga. É formado por calcários, de aspecto maciço. Ocorrem concentrações de sílica e cavidades de preenchimento de origem pós-sedimentar, relacionadas à formação de calcretes (FERNANDES & COIMBRA, 2000). Estes autores também afirmam que a deposição se deu em um ambiente semelhante ao do Membro Serra da Galga, portanto um sistema fluvial entrelaçado, com fluxos de alta energia e curta duração, de partes medianas a distais de leques aluviais marginais. Apresenta contato basal erosivo com a Formação Uberaba.

O Membro Serra da Galga ocorre na porção nordeste da bacia, no Triângulo Mineiro, com uma espessura em torno de 110 metros (BARCELOS *et al.*, 1987). É formado por extratos lenticulares de arenitos, incluindo conglomeráticos, de espessura decimétrica a métrica, com frequentes estratificações cruzadas tabular a acanalada, de pequeno a médio portes. Tem contato interdigitado, complexo e irregular, com o Membro Ponte Alta (FERNANDES & COIMBRA, 2000). Para Fernandes & Coimbra (2000) o contexto deposicional do Membro Serra da Galga seria o de leques aluviais medianos a distais, com sistemas fluviais entrelaçados, associados a eventuais depósitos de dunas eólicas.

A Formação Marília tem contato basal interdigitado abrupto com a Formação Adamantina, seu topo sendo limitado pela superfície topográfica atual (PAULA E SILVA *et al.*, 2003). Os perfis geofísicos apresentados por Paula e Silva *et al.* (2003, 2005) corroboram o cenário, previamente proposto por outros autores, de um ambiente de deposição em leque aluvial.

Esta unidade geológica abriga afloramentos ricos em fósseis de testudinos, crocodilomorfos e dinossauros (MENEGAZZO, 2009).

## 4.2. Geologia da área de investigação

Nos arredores das cidades situadas entre Lucélia e Irapuru ocorrem afloramentos da Formação Adamantina, sendo a unidade geológica de mais ampla distribuição na região, podendo ser encontrada, em especial, nos espigões entre rios (SOARES *et al.*, 1980). Sua espessura média é de 190 m (SOARES *et al.*, *op. cit.*; ANDRADE, 2002); em poços foram registradas espessuras entre 150 e 187 metros (PAULA e SILVA *et al.*, 2005). Bertini & Santucci (2000) assumem uma idade próxima ao fim do Campaniano, e início do Maastrichtiano (BERTINI *et al.*, 2001) para esta unidade geológica.

Soares *et al.* (1980) a definiram como uma unidade caracterizada por bancos de arenitos de granulações fina a muito fina, de cores rósea a castanha, com estratificações cruzadas, alternando com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cores castanho-avermelhada a cinza-acastanhada, podendo ser maciços, com acamamento plano-paralelo, ocorrendo, frequentemente, marcas de ondas e microestratificações cruzadas. Em subsuperfície apresenta arenitos avermelhados a acastanhados, finos a muito finos, argilosos e pouco carbonáticos, quartzosos, intercalados por camadas de lamitos avermelhados, arenosos e carbonáticos (PAULA E SILVA *et al.*, 1994). As características sedimentológicas apontam para um ambiente de deposição de clima quente úmido (SUGUIO, 1980; SUGUIO & BARCELOS, 1983), em um extenso sistema fluvial meandrante, com transição para anastomosado (SOARES *et al.*, *op. cit.*).

Distingue-se das demais unidades do Grupo Bauru pelas mudanças de litofácies, tanto horizontal quanto verticalmente, o que tem conduzido a diversas interpretações sobre suas litofácies, conforme apontado por Soares *et al.* (1980). Soares *et al.* (1974) identificaram um pacote sedimentar, correspondente à Formação Adamantina, chamado de membro inferior da Formação Bauru. Suguio *et al.* (1977) distinguiram as litofácies São José do Rio Preto e Araçatuba. Soares *et al.* (1979) caracterizaram, para a região sudoeste do estado, as fácies Taciba e Ubirajara, ainda associáveis à Formação Bauru.

A proposta formal de Formação Adamantina veio com Soares *et al.* (1980). Mas Fernandes & Coimbra (2000) propõem o abandono do nome Adamantina e a divisão desta unidade em três formações: Vale do Rio do Peixe, São José do Rio Preto e Presidente Prudente. No entanto, existem dificuldades na aceitação desta proposta

litoestratigráfica. Desta forma, o Autor desta Dissertação de Mestrado preferiu seguir a denominação Formação Adamantina, como proposta por Soares *et al.* (1980).

De maneira geral, os afloramentos na região são caracterizados por arenitos muito finos, eventualmente associados a conglomerados arenosos, com forte cimentação de carbonato de cálcio (GEROTO, 2006) e presença de estratificações e laminações cruzadas, como principais estruturas sedimentares (ANDRADE, 2002) (Figura 4).



Figura 4. Estratificações cruzadas da Formação Adamantina, no Município de Flórida Paulista (Foto do Autor). Barra de escala = 20 cm.

#### 4.2.1. Paleoambiente regional

Soares *et al.* (1980) afirmam que o contato basal da Formação Adamantina, no oeste do estado, é com a Formação Santo Anastácio, sendo caracterizado por uma brusca mudança litológica. O contato com a Formação Serra Geral é discordante, ocorrendo nas demais regiões em que aflora. Paula e Silva *et al.* (2005) apontam que a Formação Adamantina ocupa uma posição estratigráfica acima da superfície

de discordância S2, portanto no topo do embasamento basáltico. Com a Formação Santo Anastácio, seu contato é concordante interdigitado e, localmente, erosivo com a Formação Araçatuba. O topo da Formação Adamantina apresenta contato interdigitado à abrupto com a Formação Marília (PAULA E SILVA *et al.*, *op. cit.*).

Fernandes & Coimbra (2000), abandonando a nomenclatura Formação Adamantina e adotando três unidades novas, registram três momentos distintos de sedimentação:

(a) um primeiro momento, de depósitos essencialmente eólicos, acumulados como lençóis de areia (Formação Vale do Rio do Peixe), progressivamente assoreando o pantanal Araçatuba;

(b) um segundo momento, caracterizado por depósitos essencialmente arenosos, conglomeráticos, acumulados em barras fluviais, de canais entrelaçados, amplos e rasos (Formação São José do Rio Preto);

(c) e por fim um ambiente fluvial meandrante, de sinuosidade baixa (Formação Presidente Prudente).

Paula e Silva *et al.* (2005) mostram a ocorrência de assoreamento na bacia, ligado à presença de pequenos deltas, onde processos de progradação e regressão são controlados por retração e expansão de um sistema lacustre, em decorrência de variações climáticas e tectônicas. Considerando-se o contato interdigitado com a Formação Araçatuba, a deposição da Formação Adamantina teria ocorrido por meio de sistemas fluviais entrelaçados, que alimentavam o pantanal Araçatuba (BATEZELLI, 2003), todo este ambiente deposicional teria evoluído para os leques aluviais da Formação Marília.

Os arenitos com estratificações cruzadas, maciços e plano-paralelos, resultariam de depósitos de barras de pontal ou transversais dos canais, enquanto os depósitos lamosos e siltosos teriam sido depositados nas planícies de inundação, várzeas e lagoas, com os arenitos ricos em estratificações cruzadas sendo resultantes do rompimento de diques marginais e espraiamento sobre planícies de inundação (SOARES *et al.*, 1980).

Pinheiro *et al.* (2008) apresentam duas interpretações para o paleoambiente da Formação Adamantina na região de Irapuru, baseados em duas ocorrências de *Stratiotosuchus maxhechti*. A primeira corroboraria a proposta de Fernandes (1998) de uma região seca, semi-árida e quente no interior da bacia, margeada por regiões úmidas. Haveriam assim grandes bancos de areias e dunas, delimitando os canais

fluviais, com a presença de faixas de florestas a norte, noroeste e sudoeste, permitindo a presença de diversas espécies como Crocodyliformes e Titanosauria (SANTUCCI & BERTINI, 2001).

A segunda interpretação seria de que a falta de ocorrências fósseis no interior da bacia não estaria ligada a condições que inviabilizariam a ocorrência de vida, tais como condições climáticas, tipo de vegetação presente durante o Neo-Cretáceo, ou processos de deposição, mas sim à dificuldade de acesso e escassez de afloramentos, muitas vezes devido a uma extensa cobertura vegetal, uma vez que os esforços de coleta priorizam as áreas de fácil acesso (PINHEIRO *et al.*, 2008).

#### 4.3. Bioestratigrafia

Diversos autores têm tentado realizar zoneamentos bioestratigráficos para a Bacia Bauru. Mas como os principais achados fósseis na bacia pertencem a vertebrados, com alguma tendência ao endemismo, existem algumas dificuldades para se alcançar um resultado satisfatório.

As primeiras tentativas de um zoneamento bioestratigráfico da Bacia Bauru foram feitas por HUENE (1933), que definiu duas biozonas distintas: (a) uma no norte do estado, abrangendo restos de titanossauros, e outra (b) no sul do estado, onde foram encontrados dentes que, para Huene (*op. cit.*), lembravam *Machimosaurus*. Definiu a idade da segunda zona como Jurássico-Cretáceo, pela descoberta de alguns titanossauros, similares àqueles da Argentina.

Mezzalira & Arid (1980) realizam um levantamento de trabalhos sobre a Estratigrafia da Bacia Bauru, na época ainda chamada apenas de formação. Apontam que, no âmbito dos invertebrados fósseis, os únicos que poderiam permitir o estabelecimento de um nível bioestratigráfico seriam os conchóstracos do gênero *Paleolimnadiopsis*, encontrados em três localidades no Estado de São Paulo: Presidente Bernardes, Bocaina e Rodovia Penápolis - Presidente Prudente, Município de Iacri, em alturas entre 5 a 10 m acima do topo do basalto.

Mezzalira & Arid (1980) citam ostrácodos e conchóstracos, assinalados em Bebedouro, cerca de 26 metros acima do topo do basalto, em testemunhos de sondagem de 27 m de profundidade. Porém registram que os resultados conseguidos, adotando-se o critério de posição do fóssil em relação ao topo do

basalto, não foram positivos, devido à diversificação das cotas de basalto, provocadas pela erosão pré-Bauru, e falhamentos pós-Cretáceo.

Mezzalira & Arid (1980) sugerem ainda uma bioestratigrafia informal, de caráter mais geográfico que estratigráfico, propondo seis zonas bioestratigráficas, relacionadas com localidades fossilíferas. Desenvolvem uma associação de faunas, apesar de não estabelecerem determinações taxonômicas precisas de algumas espécies.

Existem alguns problemas decorrentes desta bioestratigrafia informal, entre eles o fato de se basear em limites geográficos atuais e desconsiderar a amplitude vertical dos táxons. Adicionalmente, não é realizada nenhuma correlação bioestratigráfica, colocando em dúvida a utilidade de tal estudo. Além disso, Bertini (1993) aponta o problema dos fósseis de vertebrados, no âmbito do Grupo Bauru, serem endêmicos, portanto dificultando sua correlação com outras localidades. Também propõe outra bioestratigrafia informal, baseada em associações faunísticas, apresentando cinco zonas, que poderiam, até certo ponto, correlacionar-se com as biozonas propostas por Mezzalira & Arid (1980).

Em termos de vertebrados fósseis, Bonaparte (1994) registra a presença da espécie sul-americana *Kritosaurus australis* na Patagônia, um hadrossauro cujo gênero é considerado um fóssil-guia para as rochas do Campaniano superior da América do Norte (SANTUCCI & BERTINI, 2001). BONAPARTE (*op. cit.*) sugere que os hadrossauros colonizaram a América do Sul rapidamente, à partir do limite Santoniano / Campaniano, de modo que não houve tempo para gerar modificações em sua morfologia genérica, apenas específica. Neste caso pode-se levantar a hipótese de que, se restos fósseis, encontrados associados a *Kritosaurus* na Argentina, forem coletados na Bacia Bauru, uma correlação bioestratigráfica poderia ser feita com as localidades em Patagônia e América do Norte (SANTUCCI & BERTINI, *op. cit.*; BERTINI, 2009).

Gobbo-Rodrigues (2002) realiza uma correlação cronológica entre as bacias Bauru, Néuquen e Congo, utilizando-se de 12 espécies de ostrácodos nelas presentes, conseguindo determinar um intervalo de deposição nos andares Campaniano / Maastrichtiano para o Grupo Bauru. Estes ostrácodos poderiam ser utilizados como fósseis-guia para a Bacia Bauru, permitindo uma correlação com estratos das bacias de Néuquen e Congo, pois possuem amplas distribuições nestas estruturas baciais.

## 5. ASPECTOS MORFOLÓGICOS E SISTEMÁTICOS

### 5.1. Testudines

Testudines constituiriam um clado bem caracterizado, inserido no âmbito dos Anapsida (BENTON, 2000). Mas propostas mais modernas os segregam dos anápsidos, considerando-os um grupo monofilético de origem incerta, talvez originados de um estoque diápsido primitivo (BERTINI, 2007).

O grupo é suportado pelos caracteres (a) lacrimal pequeno ou ausente; (b) pós-frontal ausente; (c) quadrado posteriormente côncavo e exposto lateralmente no rosto; (d) ausência de pós-parietais; (e) ausência de dentes maxilares, pré-maxilares e dentários, (f) cobertura por meio de um casco, carapaça dorsal e plastrão ventral.

Não apresentam fenestras temporais, possivelmente um caráter sinapomórfico, derivado de um crânio diápsido ancestral. Ocorre uma redução numérica dos elementos ósseos do crânio, como ausências de pós-parietal, tabular e supra-temporal. A mandíbula é curta e maciça, com o dentário sendo o maior osso, com esplenial ausente, coronóide pequeno e angular reduzido. Possuem sempre oito vértebras cervicais, dezoito pré-sacrais, sendo dez dorsais. A carapaça pode ter se originado pelo aumento em tamanho e consolidação de placas ósseas dérmicas, existentes nos morfótipos ancestrais (BERTINI, 2004).

A presença da carapaça dorsal e plastrão ventral é o caráter mais distintivo do grupo, sendo composto por escudos córneos de queratina, cobrindo um conjunto de placas ósseas (Figura 5). Os escudos se apresentam em menor número que as placas e se dispõem, alternadamente, com as suturas das mesmas. Formas atuais podem exibir variações como redução no número de placas, presença de osteodermos e coberturas coriáceas. Carapaça e plastrão se conectam nas laterais através de pontes ósseas (MENEGAZZO, 2009).

A carapaça em geral é composta por uma linha mediana de placas neurais, tipicamente em número de oito, fundidas as vértebras. Nos morfótipos primitivos as placas neurais costumam ser estreitas e, caracteristicamente, hexagonais. Formas avançadas podem ter placas mais hexagonais e estreitas, posteriormente ou octagonais e quadrilaterais em Testudines terrestres. Ao lado de cada placa neural

ocorre uma placa pleural fundida com as costelas. Anteriormente a linha mediana é continua com a placa nucal e, posteriormente termina em duas ou três placas pigiais. Em contraste com as neurais, elas não são ligadas à linha da coluna vertebral (ROMER, 1997).

O plastrão típico de testudinos modernos é composto por nove elementos, os seguintes ocorrendo em pares: epiplastrão, hyoplastrão, hypoplastrão e xifiplastrão. Entoplastrão é um elemento mediano entre epiplastrão e hyoplastrão (ROMER, 1997).

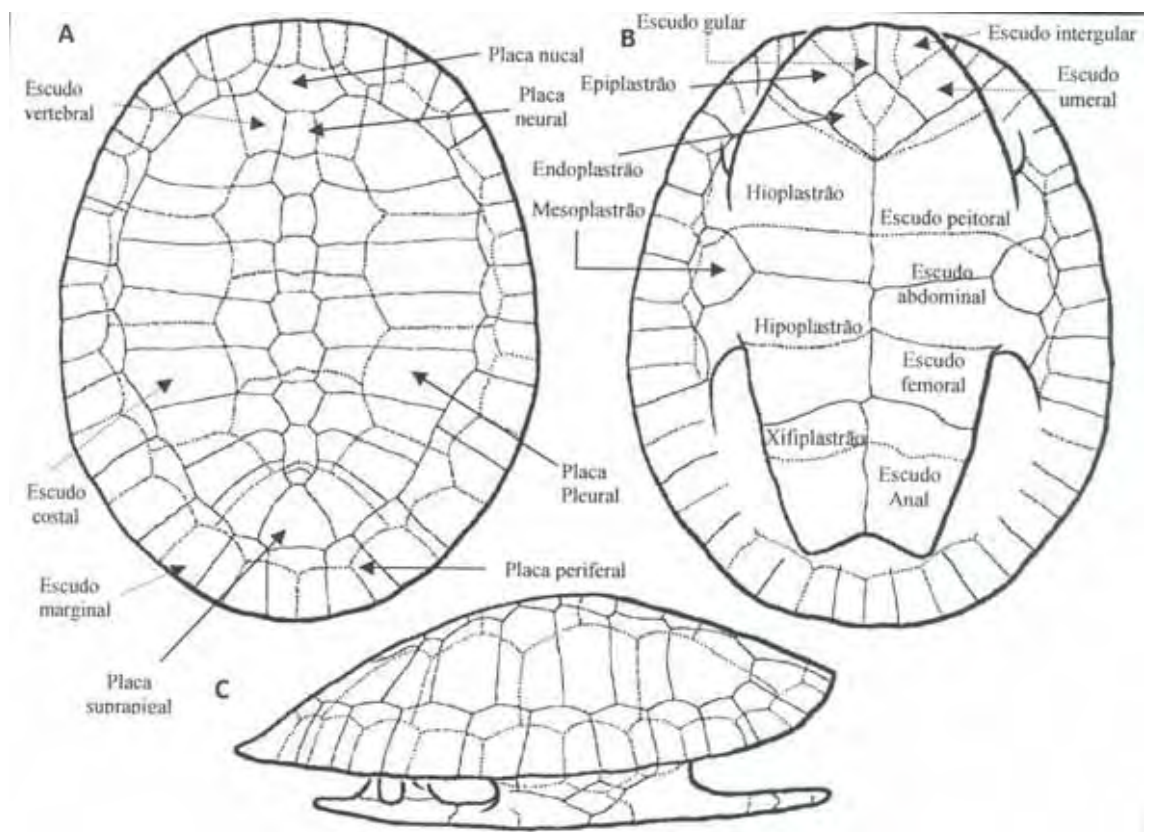


Figura 5. Esquema de carapaça e plastrão de *Cearachelys placidoi* (Pelumedusoides, Bothemydidae). A: vista dorsal da carapaça; B: vista ventral do plastrão; C: vista lateral de carapaça e plastrão. Linhas contínuas delimitam placas ósseas e linhas pontilhadas indicam limites dos escudos (retirado de GAFFNEY *et al.*, 2001 *apud* MENEGAZZO, 2009).

A retração lateral da cabeça para o interior da carapaça, com o pescoço se dobrando para o lado, é apontada como uma sinapomorfia do grupo. No entanto, para Benton (2000), tal sinapomorfia seria duvidosa, uma vez que membros mais primitivos do grupo não retraíam seus pescoços. Gaffney & Meylan (1988) apresentam as modificações para as regiões laterais do pálato, como sinapomorfias mais apropriadas.

São reconhecidos três grupos em Testudines: Proganochelydia, Pleurodira e Cryptodira (BERTINI, 2004). Na Bacia Bauru ocorrem apenas os Pleurodira (MENEGAZZO, 2009), caracterizados por (a) forâmem lacrimal ausente, (b) vômer singular, (c) espaço interpterigóide pequeno ou ausente, (d) região do ouvido médio fechada ventralmente (BENTON, 2000).

Os Pleurodira abrigam dois grupos, Pelumedusidae e Chelidae, ambos possuindo representantes atuais e ocorrendo apenas no Hemisfério Sul (CARROLL, 1988). Para a Formação Adamantina, Menegazzo (2009) relata que foram descritos apenas táxons de testudinos pelumedusóideos podocnemídeos.

A nomenclatura Podocnemoidae, utilizada por Meylan (1996) e França & Langer (2006), foi descartada por Menegazzo (2009), em preferência à proposta de Gaffney *et al.* (2006), que sugere o termo Podocnemidoidea, um grupo monofilético, consistindo dos subgrupos Podocnemidinura e Bothremydidae.

## 5.2. Crocodylomorfa

Grupo que, juntamente com as aves, representam os únicos descendentes vivos dos tecodontes, sendo morfologicamente próximos do estoque basal arcossauomorfo (BERTINI, 2004). Clado suportado pelas características (a) entrada do maxilar no pálato secundário, (b) esquamosal alargando-se lateralmente ao quadrado, (c) pós-frontal ausente, (d) contato da cabeça do quadrado com o proótico, (e) contato do quadrado-jugal com pós-orbital, (f) proótico e basisfenóide pneumáticos, (g) carpais proximais alongados.

### 5.2.1. Crocodyliformes

Grupo proposto por Benton & Clark (1988), abrigando vários grupos de crocodilomorfos, especialmente mesozóicos. Na área de investigação ocorrem principalmente restos de *Notosuchia* e *Baurusuchidae*, ocorrendo divergências quanto à monofilia de ambos os grupos.

*Notosuchia* compreende *Crocodyliformes* de distribuição temporal restrita ao Cretáceo, ocorrendo em sedimentos continentais do período, por todo o Gondwana, eventualmente China. Apresentavam adaptações a paleoambientes continentais terrestres, existindo uma grande variedade de formas. Tamanhos pequenos a médios; crânios altos e usualmente curtos, lateralmente comprimidos; focinhos encurtados ântero-posteriormente, em comparação com outros *crocodyliformes*; narinas frontalmente orientadas; olhos em posição lateral; dentições peculiares e heterodontes (incisiformes, caniniformes, molariformes); membros longos e de constituição robusta; cauda curta e de afinamento relativamente rápido; hábitos alimentares diversificados (WU *et al.*, 1995; GOMANI, 1997; POL, 2003; MARTINELLI, 2003).

Pol (1999) considera que *Notosuchia* não é um grupo monofilético, possuindo diversas sinapomorfias compartilhadas com *Baurusuchus*, além de caracteres derivados que permitem reuni-los no âmbito de um mesmo grupo. Pol (*op. cit.*) propõe um clado que incluiria *Notosuchia* e *Baurusuchus*.

*Baurusuchidae* é o grupo composto por crocodilomorfos de tamanho médio, crânios altos e comprimidos lateralmente, forte redução dentária, com os dentes restritos à porção anterior do rosto, de hábitos continentais terrestres. São encontrados em bacias do Cretáceo na América do Sul, Madagascar e no Sub-Continente Indiano (PINHEIRO, 2007). É considerado um clado monofilético, suportado pelas sinapomorfias (a) presença de um forâmem para a sutura pré-maxilar / maxilar, (b) basisfenóide amplamente exposto em vista ventral, (c) fenestra infratemporal mais alongada que profunda, (d) dentes pós-caniniformes com variações de tamanho, (e) contorno sigmoidal da fileira de dentes dentários, (f) narinas internas septadas, (g) menos de dez dentes maxilares.

### 5.3. Dinosauria

Grupo monofilético, presente em 98% das reamostragem *bootstraps*, incluído em Archosauria, como grupo-irmão de Crocodylomorpha e Pterosauria, originado no Meso-Triássico. É caracterizado pela perda do pós-frontal, crista deltopectoral do úmero alongada, *brevis shelf* na superfície ventral da região pós-acetabular do ílio, acetábulo perfurado extensivamente, tíbia com uma expansão subretangular transversal terminada distalmente, falange caudolateral, depressão para o astrágalo e processo do astrágalo acendido na face cranial (BENTON, 2007).

Dinosauria teria se irradiado após um evento de extinção ter deixado diversos nichos abertos, após o intervalo do Caniano para o Noriano, um período crítico na evolução da fauna de vertebrados terrestres. Não entrando em competição com grupos precursores, os recém surgidos dinossauros, pterossauros, crocodilomorfos, tartarugas e mamíferos, passaram a conviver com os últimos arcossauromorfos basais, estes por sua vez desapareceram na extinção em massa do final do período, seguido pelo surgimento dos grandes dinossauros carnívoros (BENTON, 2007).

#### 5.3.1 Maniraptora

O Grupo Maniraptora (GAUTHIER, 1986) compreende dinossauros carnívoros de tamanhos pequenos a médios, definido pelos caracteres (a) carpal semilunar, (b) coracóide encaixado na saliência do esterno, (c) de vinte e três a vinte e seis vértebras caudais. Muitos estudos filogenéticos apontam que seja o clado mais próximo dos amniotas avianos. Eram bípedes, membros anteriores com três dedos, que terminavam em garras afiadas e cortantes. Os membros posteriores possuíam, no segundo dígito, uma falange unguial curva e grande (NORELL & MAKOVICKY, 2007). Acumulam-se evidências de que penas revestiam o corpo destes animais, como por exemplo Turner *et al.* (2007), em relação ao Gênero *Velociraptor*.

Maniraptora abrange dois taxons irmãos monofiléticos, Troodontidae e Dromaeosauridae. Velociraptoridae é um clado previamente incluído no âmbito dos Deynonichosauria (FRANCO, 1999), mas modernamente situa-se dentro de Dromaeosauridae (NORELL & MAKOVICKY, 2007).

Troodontidae é composto por maniraptoriformes pequenos e leves, possuindo dentes serrilhados, mãos raptorais e a falange unguial cortante, em forma de foice,

no segundo dígito das patas posteriores. Possuíam um dos mais altos quocientes de cefalização entre dinossauros não avianos, com sentidos aguçados, como indicado por suas grandes órbitas e ouvido médio bem desenvolvidos (MAKOVICKY & NORELL, 2007).

Currie (1987) apontou os caracteres dentários diagnósticos de *Troodon*, fazendo com que Troodontidae se tornasse sinonímia de Saurornithoididae (BARSBOLD, 1974).

Sereno (1998) definiu Troodontidae como compreendendo todos os taxons mais próximos de *Trodon formosus* do que *Velociraptor mongoliensis*. Trata-se de um grupo monofilético, suportado pelos caracteres (a) quadrado apresentando um foramen pneumático, localizado posteriormente; (b) perda do recesso basisfenóide no basicrânio; (c) obstrução internarinal achatada dorso-ventralmente; (d) grande número de dentes (entre doze e trinta e cinco); (e) dentes medianos do dentário agrupados; (f) depressão na superfície ventral do processo pós-orbital do látero-esfenóide; (g) tuberosidade basal reduzida, projetando-se ventralmente ao côndilo occipital; (h) processos transversos alongados; (i) sulco medial, em vez de um espinho neural, nas vértebras caudais distais.

Makovicky & Norell (2007) chamam a atenção para o fato de que os Troodontidae apresentam um metatarso assimétrico, diferente de outros teropodomorfos, que possuem metapodiais simétricos. Mas mostram que tal característica também é vista em dromeossauros basais, como *Microaptor zhaoianus* (XU *et al.*, 2000) e *Sinornithosaurus milleni* (XU *et al.*, 1999), e pode ser um caracter diagnóstico de Deinonychosauria, não apenas dos Troodontidae.

Dromaeosauridae por sua vez é um clado composto também por dinossauros carnívoros de pequeno a médio portes, definido como todos os descendentes do ancestral comum de *Microaptor zhaoianus*, *Sinornithosaurus millenii* e *Velociraptor mongoliensis* (NORELL & MAKOVICKY, 2007) e relativamente próximo às aves (OSTROM, 1973). A monofilia do grupo é suportada por um conjunto de sinapomorfias pós-cranianas, especialmente da coluna vertebral.

Velociraptorinae e Dromaeosaurinae foram agrupados no âmbito dos Dromaeosauridae pela primeira vez por Barsbold (1983), proposta confirmada mais tarde por Currie (1995). Mas estes dois autores propuseram diferentes definições e contextos para estes grupos. Diversos caracteres usados nestas definições são também encontrados em grupos relativamente próximos, como os Troodontidae.

Para Xu *et al.* (1999), a monofilia de Velociraptorinae e Dromaeosaurinae é verdadeira, sendo grupos irmãos. Embora Dromaeosaurinae é composta por apenas uma espécie, o princípio da prioridade de uma proposta taxonômica, mais análises cladísticas, impõem o agrupamento de velociraptorinos e dromeossaurinos no âmbito dos Dromaeosauridae (NORELL & MAKOVICKY, 2007).

Análises filogenéticas recentes (XU *et al.*, 2002; HWANG *et al.*, 2002) mostraram que dromeossáuridos são um grupo irmão dos troodontídeos, inseridos em um agrupamento maior, os Deinonychosauria monofiléticos, que por sua vez são o grupo irmão de Avialae. Para este trabalho adotar-se-á a proposta de Norell & Makovicky (2007).

#### 5.3.1.1. Classificação dos dentes de Maniraptoriformes

Currie *et al.* (1990) mostraram ser possível classificar dentes de maniraptoriformes, de acordo com (a) número de dentículos por milímetro, (b) morfologia dos dentículos, (c) dimensão transversal na base do dente, (d) comprimento do dente.

Para Currie *et al.* (1990), os Dromaeosauridae possuem dentes com comprimentos (alturas) entre 14 e 15 mm, dimensão transversal na base do dente entre 6.7 e 7.5 mm. Apresentam estrias, orientadas perpendicularmente ao eixo do dente. Os dentículos são altos, relativamente longos, curvos.

Ainda Currie *et al.* (1990) definem dentes de Velociraptoridae com alturas em torno de 9 mm, dimensão transversal na base do dente entre 4 e 4.5 mm. As estrias são mais pronunciadas que em Dromaeosauridae. Os dentículos são relativamente retos e estreitos, distalmente curvos. Espaços interdenticulares são relativamente profundos. Apresentam cinco dentículos por milímetro na carena anterior, e sete na posterior.

Para Currie *et al.* (1990), nos Troodontidae os comprimentos (alturas) dos dentes se situam entre 5 e 6 mm. A dimensão transversal na base do dente fica entre pouco menos de 6, até quase 7 mm. Os dentículos são fortemente curvos, com extremidades pontiagudas voltadas para a extremidade proximal do dente.

Franco (1999), baseou-se na classificação de Currie *et al.* (1990), mas acrescenta seus próprios parâmetros de classificação. Desta maneira utiliza, como

critérios, três classes morfológicas baseadas nas propostas de CURRIE *et al.* (*op. cit.*), mas agrupando-as de maneira distinta.

Na Classe 1 de Franco (1999), os dentículos são longos e arredondados, não uniformes no topo, com diferenças de declives, e fendas interdenticulares ligeiramente acentuadas. Utiliza este grupo como equivalente ao proposto para Velociraptoridae e Troodontidae por Currie *et al.* (1990). Porém Franco (*op. cit.*) registra diferenças morfológicas entre os dois grupos, pois Velociraptoridae apresenta fendas interdenticulares mais profundas.

Segundo Norell & Makovicky (2007), Velociraptoridae seria um clado contido no âmbito de Dromaeosauridae, portanto distante de Troodontidae. Portanto, propõe-se dividir a Classe 1 em duas distintas. A Classe 1.1 abrigaria Troodontidae, seguindo o contexto taxonômico usual. A Classe 1.2 seria definida por dentículos relativamente retos e estreitos, distalmente curvos em direção à extremidade distal do dente, com espaços interdenticulares relativamente profundos.

Na Classe 2 de Franco (1999) os dentículos são longos e retos no topo, com fendas interdenticulares acentuadas. Seria equivalente ao definido para Dromaeosauridae, por Currie *et al.* (1990). Para a Classe 3 de Franco (1999) os dentículos são curtos e arredondados, apresentando forma de arco no topo, com fendas interdenticulares profundas.

As novas classes morfológicas, propostas por Franco (1999), baseiam-se em (a) comprimento (altura) máximo dos dentes, (b) morfologia da base do dente, (c) presença ou não de dentículos nas carenas, (d) presença de carena dupla, (e) morfologia dos dentículos, (e) número de dentículos por milímetro, (f) eventual desgaste das carenas.

Currie *et al.* (1990) e Franco (1999) utilizaram uma sistemática conservadora, agrupando os maniraptoriformes em “Ordo” Saurischia, “Sub-Ordo” Theropodomorpha, “Infra-Ordo” Deinonychosauria, “Família” Dromaeosauridae, “Família” Velociraptoridae, “Família” Troodontidae”. Mas se deve lembrar que, para Norell & Makovicky (2007), Velociraptoridae estaria contido em Dromaeosauridae.

As figuras 6, 7, 8 e 9 apresentam a nomenclatura morfológica de Franco (1999), que foi utilizada na classificação dos dentes de Maniraptora nesta Dissertação de Mestrado. As abreviações são AT = altura total, CR = comprimento da seção transversal, DPM = número de dentículos por milímetro, LR = largura da seção transversal, FABL = desenho da seção transversal basal.

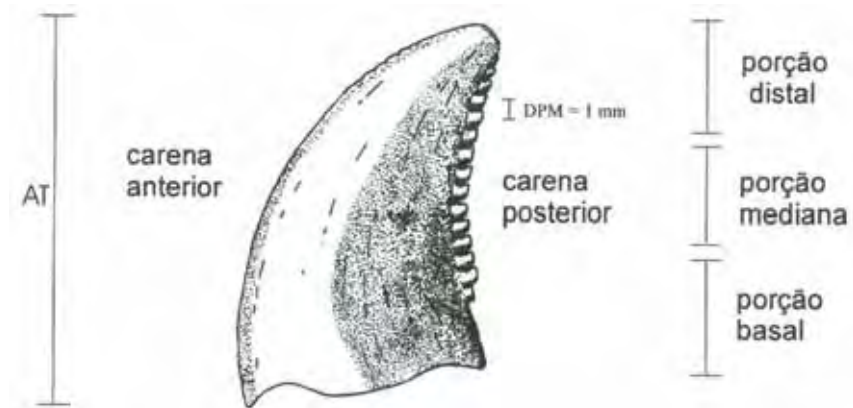


Figura 6. Vista Lateral. Modificado de Currie *et al.* (1990).

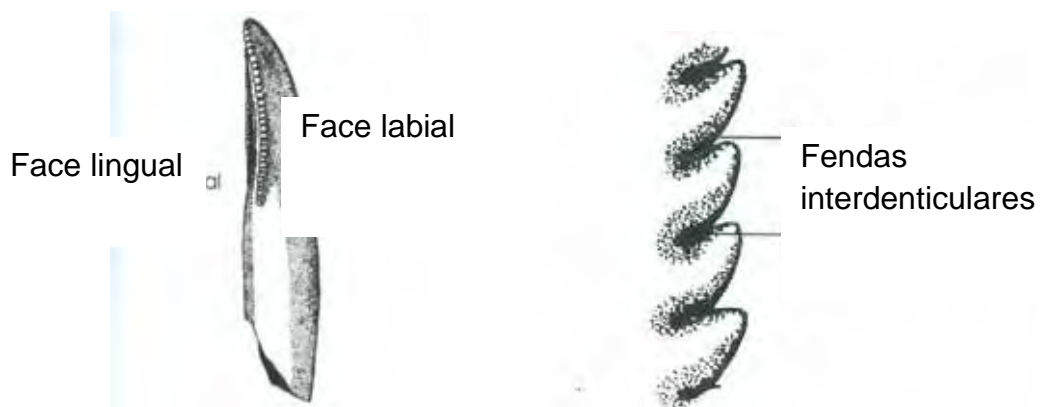


Figura 7. Vista posterior de dente (A) e detalhe das fendas interdenticulares (B). Modificado de Currie *et al.* (1990).

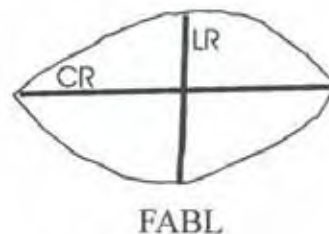


Figura 8. Nomenclatura morfológica para a seção transversal da base (retirado de Franco, 1999).

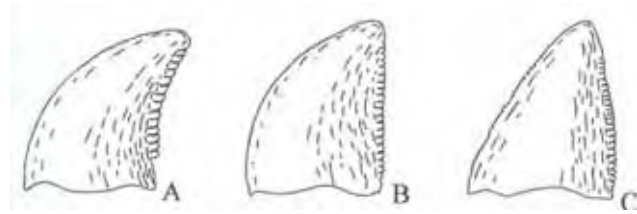


Figura 9. Inclinação da carena posterior. A menor que  $90^\circ$ . B igual a  $90^\circ$ . C maior que  $90^\circ$  (retirado de Franco, 1999).

### 5.3.2. Titanosauria

Com as recentes descobertas hoje são contabilizadas mais de cinquenta espécies de saurópodos, todos titanossauros, para o Neo-Cretáceo sul-americano. Os Titanosauria eram quadrúpedes herbívoros, com um crânio pequeno em relação ao corpo, pescoços e caudas alongados, membros colunares (Figura 10). Possuem uma retração nasal, que pode estar relacionada a um hábito de vida anfíbio (Upchurch *et al.*, 2007). Apresentavam uma dentição cilíndrica, limitada a prémaxilar e regiões anteriores de maxilar e dentário. Os dentes são muito pequenos em relação ao corpo, às vezes comprimidos lábio-lingualmente, no ápice da coroa (Powell, 2003).

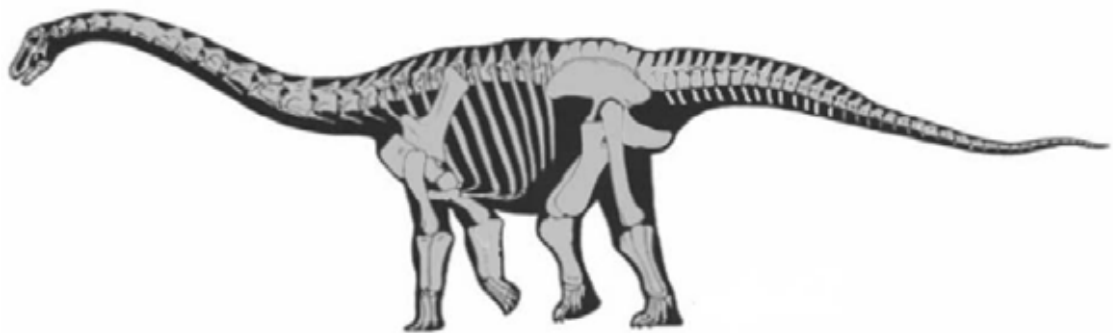


Figura 10. Ilustração do esqueleto completo de um titanossauro (Curry & Forster, 2001 *apud* SANTUCCI, 2005).

O úmero possui margem látero-superior retangular e crista deltóide proeminente. A placa esternal possui o formato de uma meia-lua, ocorrendo normalmente junto ao úmero característico (Santucci, 2005).

Bonaparte & Powell (1980) reportaram osteoderms associados com o titanossauro argentino *Saltasaurus*. Outras coberturas dérmicas têm sido descobertas, associadas com outros titanossauros, na América do Sul, Europa e Ásia, indicando que provavelmente todos os representantes do grupo apresentavam a armadura dérmica.

Titanosauria foi clado originalmente definido por Bonaparte & Coria (1993), cuja monofilia foi definida por Salgado *et al.* (1997), considerando como caracteres vertebrais principais (a) presença de lâmina centro-parapofiseal em vértebras dorsais posteriores, (b) lâmina centro-diapofiseal ventralmente alargada nas vértebras, (c) procelia nas vértebras, (d) púbis maior que ísquio.

Bonaparte (2006) propõe um quinto caráter, com abordagem apendicular: processos posteriores do ísquio relativamente curtos em relação ao tamanho da articulação do púbis.

Os Titanosauria são reunidos, por Upchurch (1998), nos Neosauropoda, clado que também inclui Titanosauria, Diplodocoidea, *Camarasaurus*, *Brachiosaurus* e *Haplocanthosaurus* (Figura 11). Wilson & Upchurch (2003) adotaram a definição proposta por Salgado *et al.* (1997). No interior de Titanosauria estaria um clado mais inclusivo, representado pela Família Titanosauridae (BERTINI *et al.*, 2001).

Segundo Calvo & Salgado (1995), Titanosauridae é um clado definido pelas sinapomorfias (a) lâmina pré-espinhal, nas vértebras dorsais posteriores, desenvolvida até a base do espinho neural; (b) vértebras caudais anteriores muito procélicas, (c) placas esternais em forma de meia lua (SANTUCCI, 2005). BERTINI *et al.* (2001) consideram uma plesiomorfia a ausência de espinhos neurais divididos, nas vértebras pré-sacrais.

Santucci (2002) enfatiza as relações entre os titanossauros do Grupo Bauru, geralmente representados por elementos axiais (Figura 12). Táxons de outras regiões, quando analisados, apresentam resultados normalmente mais completos, por conta da inclusão de mais caracteres, relacionados ao esqueleto apendicular (SANTUCCI, 2005).

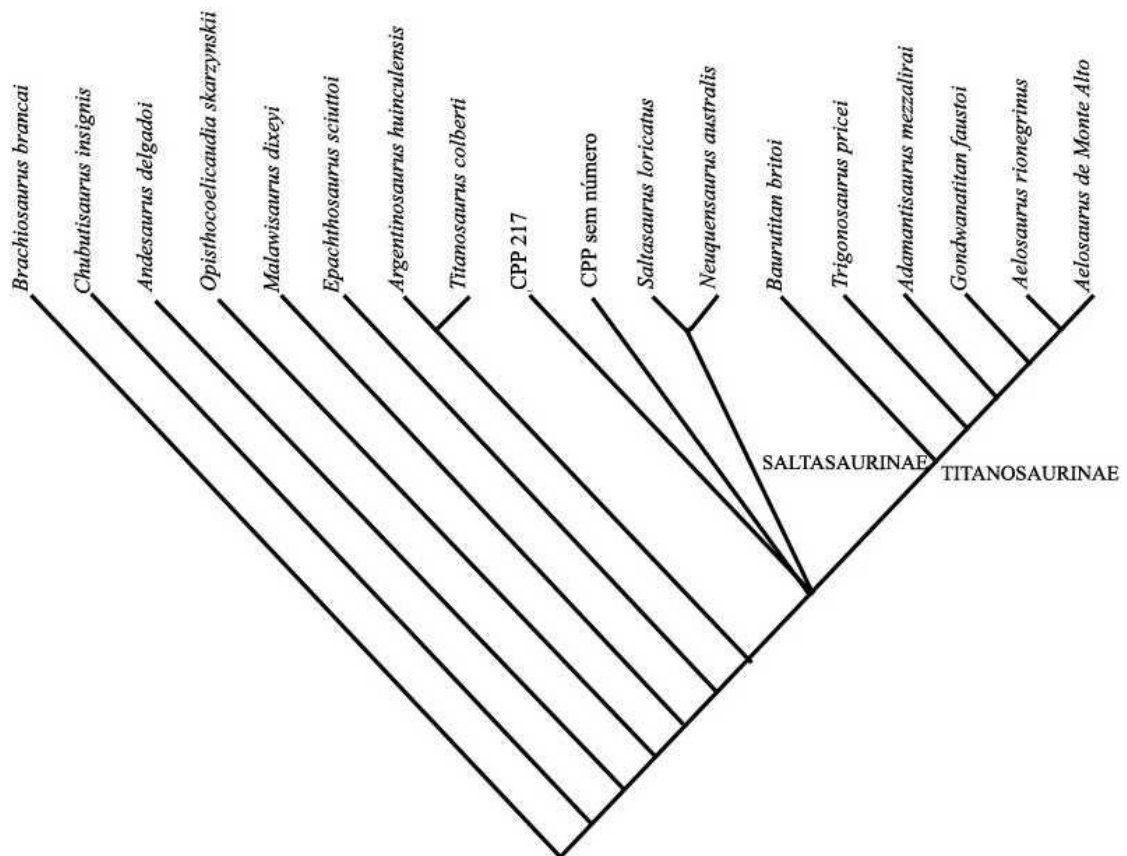


Figura 11. Cladograma ilustrando as relações filogenéticas entre alguns titanossauros, especialmente brasileiros e argentinos (retirado de SANTUCCI, 2002).

O Gênero *Titanosaurus* foi revisado por Wilson & Upchurch (2003), concluindo que a espécie-tipo *Titanosaurus indicus* foi definida com base em caracteres obsoletos que, embora válidos na época, atualmente representam um grupo maior (SANTUCCI, 2005). Assim Wilson & Upchurch (*op. cit.*) sugerem que o nome Titanosauridae também não seria válido, devendo ser substituído por Saltosauridae, enquanto Titanosauria continuaria aceito, baseado em critérios filogenéticos.

Para esta Dissertação de Mestrado se adotou a proposta de Santucci (2005) de se manter a nomenclatura antiga (Titanosauridae) em vez da proposta por Wilson & Upchurch (2003). Segundo Santucci (*op. cit.*) os agrupamentos de Titanosauriformes são suportados pelas sinapomorfias:

(a) o clado representado pelo ancestral comum de *Eucamerotus*, Titanosauria e todos os seus descendentes, é baseado pela presença de lâmina centro-diapofiseal nas vértebras dorsais posteriores largas, ou incipientemente bifurcadas na porção inferior; este agrupamento não pode ser comparado com nenhum trabalho prévio,

pois *Eucamerotus* nunca havia sido utilizado, anteriormente, em uma análise filogenética;

(b) Titanosauria é suportado pela presença de lâmina espino-pószigapofiseal simples nas vértebras dorsais médias e posteriores; ao contrário de trabalhos prévios, Titanosauria é suportado por esta única sinapomorfia, a qual não havia sido postulada anteriormente.



Figura 12. Consenso estrito das três árvores mais parcimoniosas (modificado de SANTUCCI, 2005).

## 6. PALEOECOLOGIA E PALEOETOLOGIA

Durante o Cretáceo, praticamente todos os grupos de vegetais conhecidos atualmente haviam surgido. A paisagem ainda era parcialmente dominada por pteridófitas e especialmente gymnospermas, que dividiam espaço, em ambientes continentais terrestres, com as primeiras angiospermas surgidas no início do Andar Barremiano (MUSSA, 2000).

No início do Cretáceo ocorreu também a extinção completa das Pteridospermophyta, que consistia de plantas com epiderme foliar intensamente glandular, frondes portadoras de sementes cupuladas e caules mesárquicos. Ainda durante o Eo-Cretáceo desaparecem várias espécies de gymnospermas. Isto abriu uma série de nichos ecológicos para as recém-chegadas angiospermas, que uma vez sem proporção de competitividade passaram a dominar boa porção da paisagem (MUSSA, 2000).

Coe *et al.* (1987) apresentam dados da diversidade paleobotânica na América do Norte (Figura 13). Seria interessante uma investigação para se saber até que ponto estes dados poderiam ter algo de semelhante em relação à situação sul-americana.

Portanto, a paisagem do Cretáceo era dominada por pterófitas, coníferas e angiospermas. A presença destes grupos pode ser comprovada por fragmentos de cutículas, em especial de gymnospermas, existentes em coprólitos de titanossauros (MOHABEY, 2001). Além disto, a dentição dos saurópodos teria mudado muito pouco ao longo da transição Jurássico-Cretáceo, mantendo-se exclusiva para a alimentação de gymnospermas, uma vez que as angiospermas ainda não haviam surgido no Jurássico.

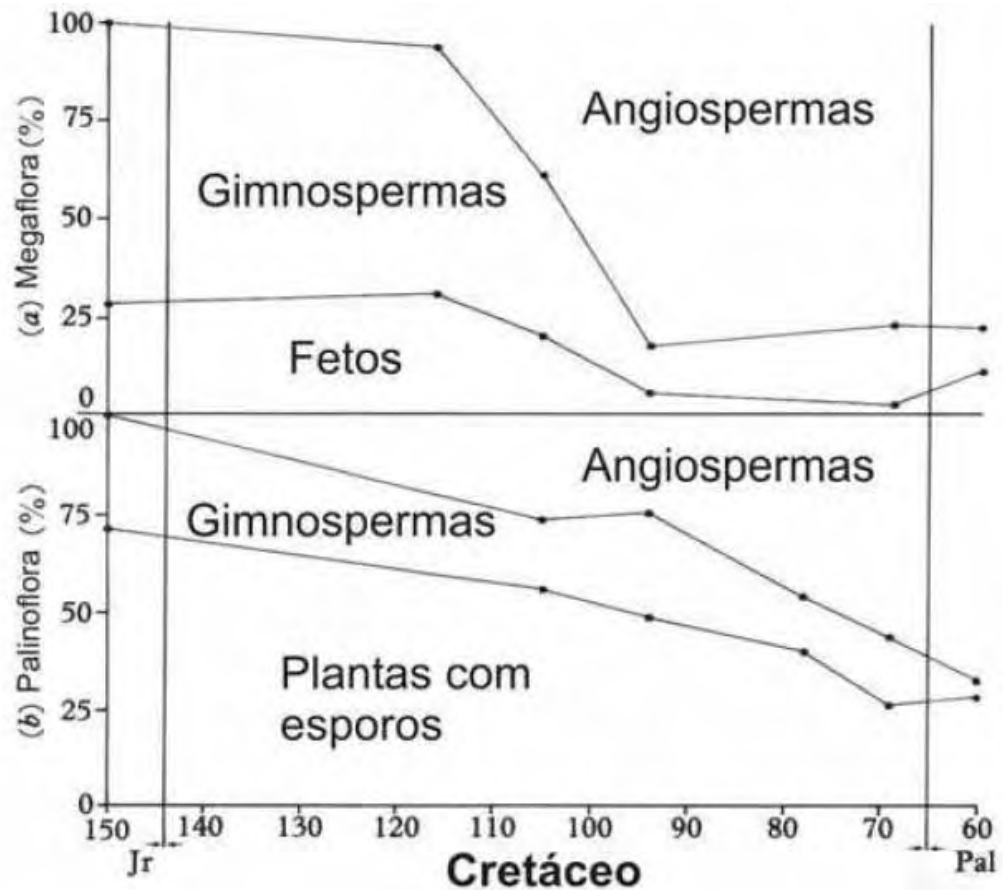


Figura 13. Diversidade paleobotânica para localidades na América do Norte. (a) Com base em informações megaflorísticas. (b) Com base em informações palinológicas (retirado de SANTUCCI, 2005).

Sabe-se muito pouco sobre a vegetação que ocorria na região de estudo durante o Neo-Cretáceo, por conta da ausência de fósseis. Porém os grupos de vertebrados que compunham sua fauna são bem representados no registro fóssil, sendo possível traçar um cenário da Paleoecologia durante o intervalo de tempo em questão. Regionalmente ocorre uma grande quantidade de fósseis de testudinos (morfótipos aquáticos) e titanossauros, em comparação com animais predadores como crocodilomorfos e teropodomorfos, quase sempre representados por dentes isolados, não associados a crânios ou mandíbulas.

### 6.1. Testudines

Testudines é um grupo que tem sua origem no Triássico, tendo sofrido relativamente poucas modificações morfológicas. Supõe-se que seus habitats e hábitos são similares àqueles dos primeiros representantes do grupo, sendo esta suposição confirmada pelo registro fóssil (MENEGAZZO, 2009). São animais ectotérmicos, com algum grau de endotermia ocorrendo em morfótipos marinhos (FRANKLIN, 2007). Trata-se de um grupo bem sucedido em ocupar diversos nichos em ambientes variados e muitas vezes extremos, como desertos, florestas, pradarias, rios, mangues e oceanos. Em parte isto se deve à presença de carapaça e plastrão voltados à proteção, mas também a outras adaptações, como a onivoria (FRANKLIN, *op. cit.*).

A ocorrência de Testudines na Bacia Bauru abrange diferentes paleoambientes, com distintas características hidrodinâmicas: sistemas fluviais meandantes e entrelaçados, pantanosos ou lacustres e leques aluviais (MENEGAZZO, 2009). MENEGAZZO (*op. cit.*) aponta que algumas espécies, habitantes de águas onde ocorriam crocodilomorfos, possuem carapaça e plastrão reforçados, ligados por uma ponte semelhante a um contraforte, levantando a hipótese que *Roxochelys* poderia apresentar placas ósseas mais espessas em relação às demais espécies, em função de conviverem com crocodyliformes.

### 6.2. Crocodylomorfa

Crocodylomorfos modernos se encontram distribuídos em ambientes tropicais e subtropicais de todos os continentes, com exceção da Antártica (POUGH *et al.*, 2001). Apresentam adaptações para o meio aquático, mas pouca mobilidade terrestre, com membros curtos, membranas interdigitais e uma cauda longa, funcionando como remo. Possuem dependência da água para regular a temperatura corporal, estando limitados por uma temperatura média anual em torno de 14.2°C (RICHARDSON *et al.*, 2002).

Durante o Cretáceo, no entanto, ocorreram morfótipos adaptados à vida terrestre, com membros longos, narinas externas frontais e órbitas laterais ou látero-dorsais, sendo encontrados em paleoambientes de clima árido e semi-árido

(ARRUDA *et al.*, 2004), com marcada sazonalidade, uma evidência de que suportariam climas mais áridos que os morfótipos modernos.

Arruda *et al.* (2004) apontam que os esqueletos articulados, eventualmente encontrados em diferentes níveis estratigráficos, seriam uma evidência de que os crocodilomorfos do Cretáceo estariam aptos a uma vida fossorial, como uma estratégia de termo regulação, semelhante aos aligatoridos atuais (POUGH *et al.*, 2001; RICHARDSON *et al.*, 2002). Entretanto, não existe nenhuma evidência litológica segura que confirme esta suposição. No entanto, é possível se considerar que estes animais viveriam próximos aos cursos fluviais e outros corpos de águas, devido a suas necessidades de termorregulação.

### 6.3. Theropoda

Theropoda é um grupo taxonômico composto por dinossauros bípedes carnívoros, sem muitos representantes no Brasil, sendo mais comuns dentes isolados ou pegadas. Sabe-se, contudo que deinonicossauros, dromeossauros e troodontossauros estão entre os morfótipos de tamanhos pequeno a médio, que ocorrem na região de estudo (FRANCO, 1999), e abelissauros são morfótipos de tamanho grande, assinalados previamente para a Bacia Bauru (BERTINI, 1996). Não existem morfótipos descritos formalmente para qualquer dos grupos de terópodos, para a área de estudo desta Dissertação de Mestrado.

Abelissauros provavelmente eram necrófagos, seu grande tamanho não poderia conferir-lhes mobilidade e velocidade suficientes para capturar uma presa de maneira ativa. Adicionalmente possuíam membros anteriores e mãos relativamente pequenas, que não poderiam ser usadas para capturar presas. Porém desenvolveram uma crista nugal e uma elevação parietal que serviriam para potencializar a musculatura do pescoço, como resposta a redução dos membros e das coroas dos dentes (TYKOSKI & ROWE, 2007).

A maioria dos estudos sobre grandes dinossauros carnívoros foca-se em *Tyrannosaurus rex*. Mas é possível importar alguns desses resultados para abelissauros. Ruxton & Houston (2003) realizaram um estudo sobre a produtividade energética de um ecossistema, para suportar um necrófago, com o tamanho de *T. rex*, revelando que ecossistemas como a Planície do Serengeti poderiam produzir

animais previamente abatidos em quantidade suficiente para que um animal deste porte sobrevivesse. Portanto um animal comparativamente menor poderia ser unicamente um carniceiro, tendo um tamanho avantajado, em relação a outros carnívoros que existissem no local, para competir por carcaças.

Tykoski & Rowe (2007) apontam evidências de comportamento social complexo entre ceratossauros, tais como ornamentações no crânio. Nasais fundidos, rugosos e com textura externa pontuada, em abelissauros (BONAPARTE & NOVAS, 1985; BONAPARTE *et al.*, 1990) poderiam constituir outras evidências de comportamento social, adicionalmente com dimorfismo sexual entre celofysóides, além de evidências tafonômicas, onde múltiplos indivíduos foram encontrados juntos (SAMPSON *et al.*, 1998).

Maniraptora é um grupo formado por dinossauros carnívoros de tamanho pequeno a médio, com uma plumagem para regulação térmica, proteção e interação social. Troodontes teriam sido predadores de pequenos mamíferos, ovos de dinossauros e possivelmente insetos (RUSSEL & SÉGUIN, 1982), porém existem hipóteses de uma dieta herbívora, baseada nos dentículos proporcionalmente maiores nos dentes de alguns morfótipos derivados (HOLTZ *et al.* 1994, 1998).

Sua morfologia sugere que eram ágeis e com bom senso de equilíbrio (MAKOVICKY & NORELL, 2007). A visão e audição destes animais teria sido desenvolvida, como sugerido pelas grandes órbitas e ouvido médio, possivelmente capazes de detectar sons de baixa frequência (CURRIE, 1985).

Possuíam alto grau de cefalização, o maior entre dinossauros não avianos; alguns autores relacionam isto à acuidade sensorial (RUSSEL, 1969; HOPSON, 1977). Porém também deveria conferir-lhes um repertório comportamental, com interações sociais complexas. Varricchio (1993) realizou um estudo em diversos indivíduos encontrados juntos, interpretando sua ocorrência como evidência de comportamento gregário. O autor analisou ainda seções histológicas de espécimens de diferentes tamanhos de *Troodon formosus*, mostrando que o o tamanho adulto era alcançado rapidamente.

Ovos eram depositados em grupos circulares, no interior de ninhos abertos. A presença de adultos, encontrados fossilizados próximos a ninhos, sugere cuidado parental, enquanto a presença de ovos dispostos aos pares propõe que troodontes possuíam dois ovidutos funcionais (VARRICCHIO *et al.*, 1997).

O grupo Dromaeosauridae, considerando Velociraptoridae como pertencente a ele, ocupou uma variedade de habitats, sendo registrados em planícies de inundação de pântanos até desertos. Diferente de Troodontidae, não ocorrem dúvidas sobre sua dieta carnívora, e que eram predadores, possuindo dentes e garras especializados na captura de presas, em especial no que se refere à garra maior do segundo dígito posterior, relativamente pouco desenvolvida nos troodontes, quando comparada com os dromeossauros (OSTROM 1969, 1997 *apud* NORELL & MAKOVICKY, 2007).

Evidências como diversas marcas de dentes, encontradas em um espécimen de *Tenontosaurus*, e a descoberta de espécimens fossilizados juntos, apontam para um comportamento social de grupo, que junto ao alto grau de cefalização, seriam evidências de um repertório social complexo (MAXWELL & OSTROM, 1995; OSTROM, 1994). Porém Brinkman *et al.* (1998) sugerem que grupos de caça seriam, na verdade, um frenesi alimentar oportunista, semelhante a cardumes de piranhas ou tubarões.

As únicas evidências fósseis, para a Formação Adamantina são dentes isolados destes animais, provavelmente perdidos durante o ato de alimentação, não necessariamente significando o ataque de um grupo coordenado.

Chatterjee (1997) propõe que dromeossauros eram arborícolas, baseando-se em estudos morfológicos do esqueleto, como anatomia das mãos e pélvis opistopúbica. Apesar de morfótipos arborícolas serem uma possibilidade, deve-se considerar que algum gêneros (*Utahraptor*, *Deinonychus*) eram grandes demais para habitarem árvores, e portanto não se deve generalizar este hábito para todo o grupo.

O estilo de vida ativo e a cobertura de penas apontam para uma fisiologia endotérmica (BAKKER, 1986; NORELL & MAKOVICKY, 2007). Seebacher (2003) considera que endotermia e plumagem capacitariam o grupo a habitar altas latitudes de clima mais frio.

A marcante presença de dentes teropodiosos, como única evidência fóssil do grupo na área de estudo, pode ser interpretada como o fato destes animais não habitarem próximos a corpos de água, como faziam testudinos, crocodilomorfos e titanossauros, mas deles aproximavam-se apenas para beber e alimentarem-se, especialmente em períodos de seca, comuns na região durante o período, em que as ofertas de água e alimento diminuía. Eventualmente, elementos dentários isolados de teropodomorfos são encontrados junto a fósseis de outros vertebrados.

Esta associação ocorre pela perda de dentes, quando estes carnívoros atacavam ou se alimentavam das carcaças de animais (Figura 14).



Figura 14. Cena hipotética mostrando alguns elementos faunísticos que viveram no Cretáceo do Estado de São Paulo, durante a deposição da Formação Adamantina (Cretáceo Superior, Grupo Bauru). Uma carcaça do saurópodo titanossauro *Gondwanatitan faustoi* é devorado por relativamente pequenos abelissauros (retirado de KELLNER & CAMPOS, 2000).

#### 6.4. Titanosauria

Titanossauros eram animais quadrúpedes, especialmente herbívoros, mas poderiam incluir em sua dieta invertebrados providos de conchas não muito resistentes (POWELL, 2003). No âmbito da principal dieta de titanossauros de climas tropical e subtropical também estariam as recém-surgidas angiospermas (KRASSILOV, 1981 *apud*. POWELL, *op. cit.*).

Apesar de não totalmente esclarecida, atualmente descarta-se a idéia de titanossauros endotérmicos como mamíferos. Apesar de não terem sido

ectotérmicos como a maioria dos répteis, a hipótese mais aceita é de que teriam, bem como todos os saurópodos, homotermia inercial. Deste modo, o alto custo energético para se regular a temperatura podia ser ignorado em um clima uniforme, como deveria ocorrer no Cretáceo (POWELL, 2003).

Até o momento, a única espécie de titanossauro descrita para a região é *Adamantisaurus mezzalirai* (SANTUCCI & BERTINI, 2006), porém é provável que outros morfótipos tenham ocorrido. Tais animais habitavam próximos a corpos de água, como rios e lagos, onde poderiam buscar refúgio contra predadores terrestres que, eventualmente, se aproximariam.

SANTUCCI & BERTINI (2001) propõem a ocorrência de gigantismo entre os titanossauros da região de Monte Alto, como observado no *Aeolosaurus* resgatado naquela região, comparativamente maior que os encontrados na Argentina. Talvez existissem regiões em que o ambiente era mais favorável ao grupo, levando a um tamanho mais avantajado. Com base nas posições geográficas dos fósseis, estas regiões poderiam ser as atuais bordas nordeste e leste da Bacia Bauru (SANTUCCI & BERTINI, *op. cit.*). Na região sudoeste do estado de São Paulo, local da área de investigação, o clima teria sido semi-árido, com períodos de seca, não permitindo uma vegetação muito expressiva, o que poderia gerar morfótipos com tendência a tamanhos mais discretos.

Como mencionado acima, o estudo dos parâmetros paleoclimáticos da área indicam a ocorrência de um clima semi-árido, com ocasionais cheias, além da presença de lagos e pântanos, estes últimos representados pela Formação Araçatuba. Tal paleoambiente é, até certo ponto, semelhante ao equivalente da Formação Morrison, conforme mostrado por DODSON *et al.* (1980). Os saurópodos de ambas as formações deveriam lidar com períodos de aridez.

UPCHURCH *et al.* (2007) afirmam que a adaptação dos saurópodos da Formação Morrison, para ambientes sazonais secos, seria um extremo e não uma situação normal para o grupo. A ocorrência de pequenos deltas na Formação Adamantina do sudoeste do Estado de São Paulo, juntamente com evidências sazonais de períodos de seca, e a presença de titanossauros, poderia indicar que, ao menos os Titanosauria, vivenciariam uma situação até certo ponto similar.

A ocorrência de icnofósseis, identificados como pertencentes a saurópodos, próximos a corpos de água como rios e lagos, somada a diversas características anatômicas, como retração nasal e pescoço e caudas alongados, têm sugerido um

estilo de vida anfíbio, mas não dependente dele, de modo que o grupo seria capaz de vivenciar outros ambientes (DODSON *et al.*, 1980). Pegadas próximas de vários indivíduos apontam para um estilo de vida gregário (UPCHURCH *et al.*, 2007), com estes grupos migrando por longas distâncias em busca de alimento, provavelmente acompanhando os cursos de rios, devido à aridez do ambiente (DODSON *et al.*, 1980). Esses movimentos gregários permitiriam também que a vegetação local se recuperasse (UPCHURCH *et al.*, *op. cit.*).

De acordo com regras tafonômicas, animais de corpos grandes podem estar sub-representados no registro fóssil, uma vez que a probabilidade de preservação diminui com o aumento do tamanho (UPCHURCH *et al.*, 2007). Do mesmo modo, aqueles que habitam próximos, ou nos corpos de água, têm uma chance de preservação maior, devido o ambiente ser favorável à sedimentação.

A presença de restos fragmentados e a relativa ausência de elementos articulados de titanossauros, na região de estudo, se deveriam à exposição atmosférica por tempo prolongado das carcaças, sugerindo que suas mortes teriam ocorrido durante um período de seca, permitindo assim o ataque de necrófagos. A enxurrada que depositou o sedimento, responsável pelo sepultamento dos materiais, também teria ajudado a fragmentá-los e desarticulá-los.

Elementos ósseos de maniraptoriformes, sendo mais frágeis, eram destruídos com mais facilidade, restando assim poucas evidências da presença dos mesmos.

## 7. REVISÃO HISTÓRICA REGIONAL DOS TITANOSSAUROS

O primeiro indício de Titanosauria no Grupo Bauru data do início do Século XX. Eram vértebras caudais procélicas, procedentes da Formação Adamantina da região de São José do Rio Preto, inicialmente atribuídas a um crocodyliforme por Pacheco (1913). Mais tarde Huene (1929) as redescreveu como pertencentes a "*Titanosaurus*" cf. *T. australis*.

"*Antarctosaurus*" *brasiliensis* (ARID & VIZOTTO, 1971) foi encontrado mais tarde na Formação Adamantina, próximo à cidade de São José do Rio Preto. O material, relativamente bem preservado, porém incompleto, consiste de vértebra dorsal, úmero direito, fêmur esquerdo.

Azevedo & Kellner (1998) reportam um pequeno e bem preservado osteodermo da região de Peirópolis, Membro Serra da Galga da Formação Marília, município de Uberaba, sendo este o primeiro elemento dérmico, registrado no Brasil (Figura 15).



Figura 15. Osteodermo de titanossauro da região de Peirópolis, município de Uberaba (retirado de AZEVEDO & KELLNER, 1998). Barra de escala = 3cm.

Na cidade de Álvares Machado, sudoeste do Estado de São Paulo, foi descoberto o esqueleto relativamente completo de *Gondwanatitan faustoi* (KELLNER & AZEVEDO, 1999). São restos compostos por duas vértebras cervicais incompletas; sete vértebras caudais, algumas delas articuladas; região proximal da escápula direita; os dois úmeros; parte do ílio esquerdo; porção média dos dois púbis; dois ísquios incompletos; as duas tíbias; vários fragmentos de costelas. Na mesma época, Campos & Kellner (1999) descrevem algumas pelves provenientes do Membro Serra da Galga da Formação Marília, município de Uberaba, Triângulo Mineiro, e parte de uma das séries de vértebras descritas previamente por Powell (1987).

Santucci & Bertini (2001) e mais tarde Almeida *et al.* (2003) propõem que *Gondwanatitan faustoi* é uma sinonímia de *Aeolosaurus*, por apresentar algumas autapomorfias, como a presença de faces articulares distais, nas vértebras proximais e médias, em forma de coração. Salgado & Coria (1993) apontam que as pré-zigapofises longas são características de *Aeolosaurus*. Kellner & Azevedo (1999) apontam essas estruturas na descrição de *Gondwanatitan faustoi*. Esses debates reforçam a idéia de sinonímia.

Torres *et al.* (2002) reportam um achado de dois osteodermos na Fazenda Furnas, município de Jales, Estado de São Paulo, localizada na Formação Adamantina. A relação com Titanosauria foi baseada na presença de uma ornamentação, descrita como uma textura fibrosa e áspera, com pequenas projeções, orifícios e ranhuras. Porém tais osteodermos poderiam pertencer a crocodylomorfos.

No município de Uberaba, duas espécies de titanossauros foram previamente descritas: *Baurutitan britoi* Kellner *et al.* (2005) e *Trigonosaurus pricei* Campos *et al.* (2005). *Baurutitan britoi* Kellner *et al.* (*op. cit.*) consiste de vértebras sacrais e caudais, as quais denotam aspectos bastante peculiares, que possibilitaram a definição deste dinossauro. A segunda espécie, *Trigonosaurus pricei* Campos *et al.* (*op. cit.*) (Figura 16), caracteriza-se por um conjunto de vértebras cervicais, dorsais, sacrais e caudais, além do ílio. Ambas as espécies são relevantes, por demonstrarem a diversidade de titanossauros em território brasileiro durante o Cretáceo Superior (RIBEIRO & CARVALHO, 2007).



Figura 16. Vértex caudais anteriores de *Trigonosaurus pricei*, em vista lateral direita. Barra de escala = 100 mm (retirado de CAMPOS *et al.*, 2005).

Desde então vários trabalhos descrevem restos de titanossauros, aumentando a abrangência do grupo pela região, por exemplo nos municípios de Flórida Paulista (SANTUCCI & BERTINI, 2006) e Monte Alto (BERTINI *et al.*, 1999 a; BERTINI *et al.*, 1999 b) no Estado de São Paulo.

*Aeolosaurus* sp foi encontrado na Formação Adamantina da região de Monte Alto, consistindo no primeiro registro do gênero para o Grupo Bauru. Os restos são duas vértebras cervicais; seis vértebras caudais anteriores e suas respectivas hemapófises; duas vértebras caudais posteriores e respectivas hemapófises; fragmentos de costelas; úmero; dois fêmures (figuras 17 e 18) e vários outros fragmentos indeterminados. Estes restos foram previamente citados e parcialmente descritos por Bertini *et al.* (1999a, b) e Bertini *et al.* (2000).



Figura 17. Vértices caudais de *Aeolosaurus*, com suas respectivas hemapófises, em exposição no Museu de Monte Alto. Foto do Autor.



Figura 18. Fêmur de *Aeolosaurus* sp, em exposição no Museu de Monte Alto. Foto do Autor.

Em Flórida Paulista foram escavados, em 1958, durante a construção de um corte ferroviário entre Adamantina e Irapurú, alguns elementos especialmente axiais, consistindo de seis vértebras caudais anteriores articuladas e bem preservadas, duas hemapófises e um fêmur isolado (SANTUCCI & BERTINI, 2006) (Figura 19). Mais tarde, dentes de titanossauros foram encontrados na mesma localidade

(MEZZALLIRA, 1989). O material original foi recentemente descrito por Santucci & Bertini (*op. cit.*) como *Adamantisaurus mezzalirai*.



Figura 19. *Adamantisaurus mezzalirai*, holótipo, Formação Adamantina, Cretáceo Superior. (1-8) vértebras caudais proximais (MUGEO 1282). 1 - segunda vértebra caudal, vista lateral esquerda; 2 / 4 - terceira vértebra caudal, vistas lateral esquerda, posterior e anterior; 5 / 6 - quarta vértebra caudal, vistas lateral esquerda e anterior; 7 - vértebra caudal, vista posterior; 8 - sexta vértebra caudal, vista lateral direita; 9 / 10 - hemapófises (MUGEO 1289 - 1295), em vistas posterior e lateral esquerda (retirado de SANTUCCI & BERTINI, 2006).

No estado de Minas Gerais *Maxakalisaurus topai* (Figura 20) foi encontrado na Serra da Boa Vista, situada 45 km a oeste da cidade de Prata (KELLNER *et al.*, 2006). Neste mesmo ano, Geroto (2006) descreve um rádio, que pode ser identificado como pertencente a um titanossauro (Figura 21).

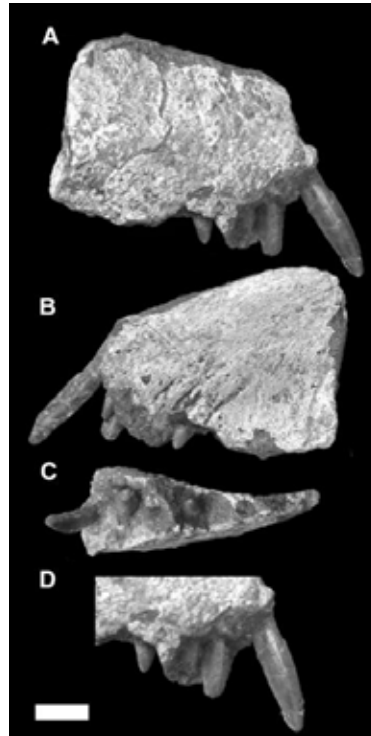


Figura 20. Maxilar direito de *Maxakalisaurus topai*: A - vista lateral; B - vista medial; C - Vista oclusal; D - Detalhe do dente (KELLNER *et al.*, 2006). Barra de escala = 10mm.



Figura 21. Fragmento de rádio de titanossauro. Formação Adamantina da região de Flórida Paulista (GEROTO, 2006). Barra de escala = 14cm.

Lopes & Buchmann (2008) descrevem fósseis de um titanossauro, provenientes de um novo afloramento no Triângulo Mineiro. O material consiste de duas vértebras caudais procélicas, um coracóide, uma tíbia direita, além de uma possível falange. A vértebra melhor preservada (Figura 22) apresenta formato cordiforme em seção transversal, tem a metade ventral comprimida ântero-posteriormente e depressões pleurocélicas nas laterais da sua porção craniana, características que sugerem afinidade com o gênero *Aeolosaurus* (LOPES & BUCHMANN, *op. cit.*).

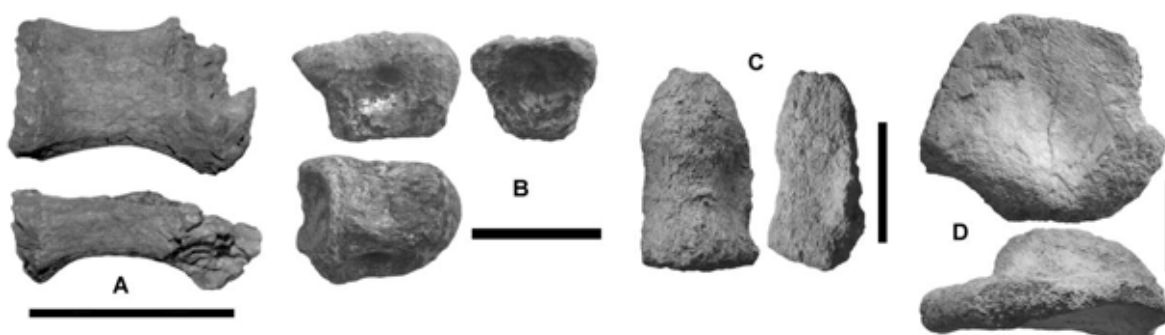


Figura 22. Restos de titanossauros. A - Centro de vértebra caudal parcial; B - Centro de vértebra caudal; C - possível falange; D - Coracóide direito em vistas medial (acima) e dorsal (abaixo) (retirado de LOPES & BUCHMAN, 2008) Barra de escala = 10 cm.

Ghilardi & Fernandes (2008) apresentam novos materiais de Titanosauria, provenientes da Formação Adamantina. Provenientes da região de Ibirá, consistem de dentes de tamanhos diferentes, duas vértebras dorsais e duas caudais, uma porção da pélvis, fragmentos de costelas, um esterno, fragmentos de ossos de membros, a extremidade de um metacarpal, um elemento metatarsal.

Uma das vértebras dorsais apresenta características comparáveis com *Trigonosaurus pricei*, porém o espinho neural é relativamente alto, e a ausência de parapófise e diapófise não permite diagnose mais precisa. As vértebras caudais apresentam características comparáveis com *Baurutitan britoi* (GHILARDI & FERNANDES, 2008).

Salgado & Carvalho (2008), baseando-se em seis autapomorfias, sustentam uma nova espécie, *Uberabatitan riberoi*, cujos restos foram encontrados em um afloramento na sequência Membro Serra da Galga da Formação Marília, do Triângulo Mineiro, considerado de idade maastrichtiana.

## 8. REGISTROS DE VERTEBRADOS FÓSSEIS NAS REGIÕES COM AFLORAMENTOS DA FORMAÇÃO ADAMANTINA, NO ESTADO DE SÃO PAULO

### 8.1. Peixes

Fragmentos de peixes são comuns em depósitos da Formação Adamantina no Estado de São Paulo, apesar de incompletos. Pode-se identificar a presença de Sarcopterygia, Lepisosteiformes, Characiformes, Siluriformes, Osteoglossiformes, Perciformes (BERTINI *et al.*, 1993).

### 8.2. Testudines

Testudines ocorrem por toda a Bacia Bauru, tendo seus restos facilmente preservados, principalmente no que se refere a placas ósseas isoladas (MENEGAZZO, 2009).

A Formação Adamantina apresenta testudinos quase completos, associáveis aos Pelomedusoides (MENEGAZZO, 2009). Deste grupo ocorrem os clados *Roxochelys wanderleyi* (PRICE, 1953), "*Podocnemis brasiliensis*" (STAESCHE, 1937), *Bauruemys elegans* (SUAREZ, 1969; KISCHLAT *et al.*, 1994). A abundância de fósseis do grupo na Formação Adamantina reflete o grande número de afloramentos onde puderam ser coletados, a área expressivamente maior da unidade, quando comparada com as de outras formações (MENEGAZZO, 2009), e o fato destes animais habitarem ambientes fluviais e lacustres.

Menegazzo (2009.), descreve preliminarmente um novo morfótipo, realizando um análise filogenética e concluindo que apresenta relações morfológicas com o plastrão descrito como "*Podocnemis brasiliensis*", carapaça descrita por Arid & Vizotto (1966), e ao material de *Cambaremys langertoni* (FRANÇA & LANGER, 2005), portanto invalidando esta última espécie, que passa a ser tratada como sinonímia de "*Podocnemis brasiliensis*".

Bertini *et al.* (2006) analisam tafonômica e bioestratinomicamente uma localidade rica em fósseis de testudinos, conhecida informalmente como "Tartaruguito", trata-se de um corte ferroviário abandonado próximo à Cidade de

Pirapozinho. Os fósseis são atribuídos a *Bauruemys elegans*, com base na morfologia dos cascos.

### 8.3. Crocodyliformes

Crocodylomorfos são, juntamente com as aves, os únicos representantes vivos dos arcossauros (BENTON & CLARK, 1998). Trata-se do grupo de vertebrados mais abundante na Bacia Bauru, sendo representados por alguns grupos distintos: notossúquios, peirosauromorfos, baurussúquidos. Esta diversidade provavelmente se deve à ampla área geográfica de distribuição da unidade litoestratigráfica (CARVALHO *et al.*, 2004).

Algumas espécies foram descritas formalmente para a Formação Adamantina (Figura 23), sendo que “*Goniopholis paulistanus*” (ROXO, 1936) e “?*Brasileosaurus pacheco*” (HUENE, 1931) não apresentam aspectos diagnósticos suficientes para serem aceitos em uma listagem (PRICE, 1950; BERTINI 1993, 1994). Ainda ocorre um “Mesosuchia” não descrito, encontrado na cidade de São José do Rio Preto (BRANDT NETO *et al.*, 2001). Em sua maioria os achados fósseis de crocodylomorfos, na Formação Adamantina, constituem-se de material ósseo muito fragmentado e dentes.

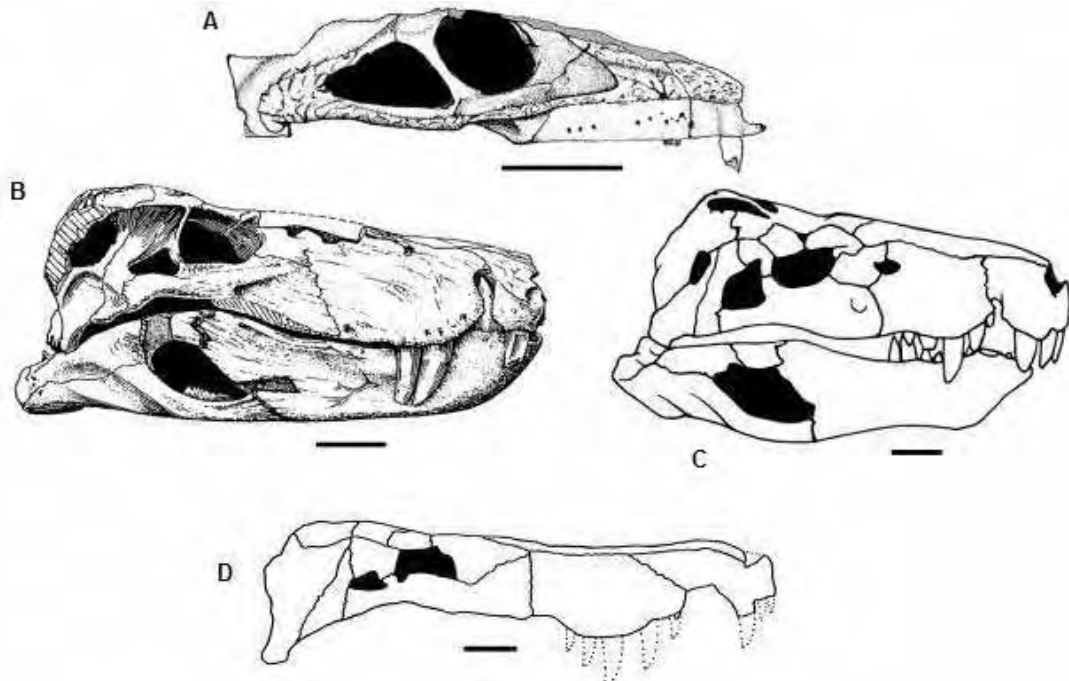


Figura 23. Crânios e mandíbulas de crocodyliformes do Grupo Bauru, essencialmente provenientes da Formação Adamantina, em vistas laterais direitas. A - *Sphagesaurus huenei* (retirado de POL, 2003). B - *Baurusuchus pachecoi* (retirado de PRICE, 1945). C - *Baurusuchus* “*salgadoensis*” (retirado de CARVALHO *et al.*, 2005). D, *Stratiotosuchus maxhechti* (modificado de CAMPOS *et al.*, 2001). Barras de escala = 10mm.

### 8.3.1. Notosuchia

Andrade & Bertini (2008) reportam nova espécie de notossúquio, encontrado na região do município de Monte Alto, sendo representado por crânio e mandíbula fragmentados, mas associados. Os autores apontam a presença de uma dentição única neste animal, os dentes sofrendo um processo de rotação, deslocando seu bordo cortante anterior para fora e para frente da boca, enquanto a margem cortante posterior deslocou-se para a região mais interna. É sugerido um hábito onívoro, de acordo com a dentição apresentada pelo espécimen.

Parece relacionar-se a *Sphagesaurus huenei* (PRICE, 1950), um notossuquiano também com dentição peculiar, dentes posicionados obliquamente com relação ao eixo de comprimento da mandíbula. A dentição superior tem uma margem pôstero-lingual quilhada, que se junta à quilha antero-posterior dos dentes

inferiores, formando um mecanismo de corte pouco comum em crocodylomorfianos (ANDRADE & BERTINI, 2008).

### 8.3.2. Baurusuchidae

Price (1945) descreveu *Baurusuchus pachecoi* (Figura 23B), a partir de crânio e mandíbula procedentes do Município de Paulo de Faria. Relacionou-o à *Sebecus* (SIMPSON, 1937), utilizando semelhanças como compressão lateral do crânio, dentes serrilhados e redução dentária. *Baurusuchus* teria mais afinidades osteológicas com “Mesosuchia”, do que com “Eusuchia”.

*Baurusuchus “salgadoensis”* (Figura 24), procedente do município de General Salgado, parece constituir sinonímia de *B. pachecoi*. O crânio guarda algumas semelhanças com aquele de *B. pachecoi*, sendo uma das principais sinapomorfias dessa nova espécie a fenestra pré-orbital, recentemente interpretada como uma marca causada por uma mordida.

*Stratiotosuchus maxhecti* (CAMPOS *et al.*, 2001) caracteriza a única espécie de Baurusuchidae formalmente descrita para a região de estudo desta Dissertação de Mestrado, deste modo receberá um detalhamento maior (ver subitem 8.3.2.1. abaixo).

Tanto *Baurusuchus* quanto *Stratiotosuchus* eram predadores continentais terrestres, provavelmente competindo com dinossauros carnívoros por presas, ou ocupando nichos dominados por teropodomorfos em outros continentes. Geroto (2006) reporta um dente de crocodylomorfo, junto a fósseis de titanossauro. Foi possível a sua identificação graças às estrias longitudinais, características do grupo.

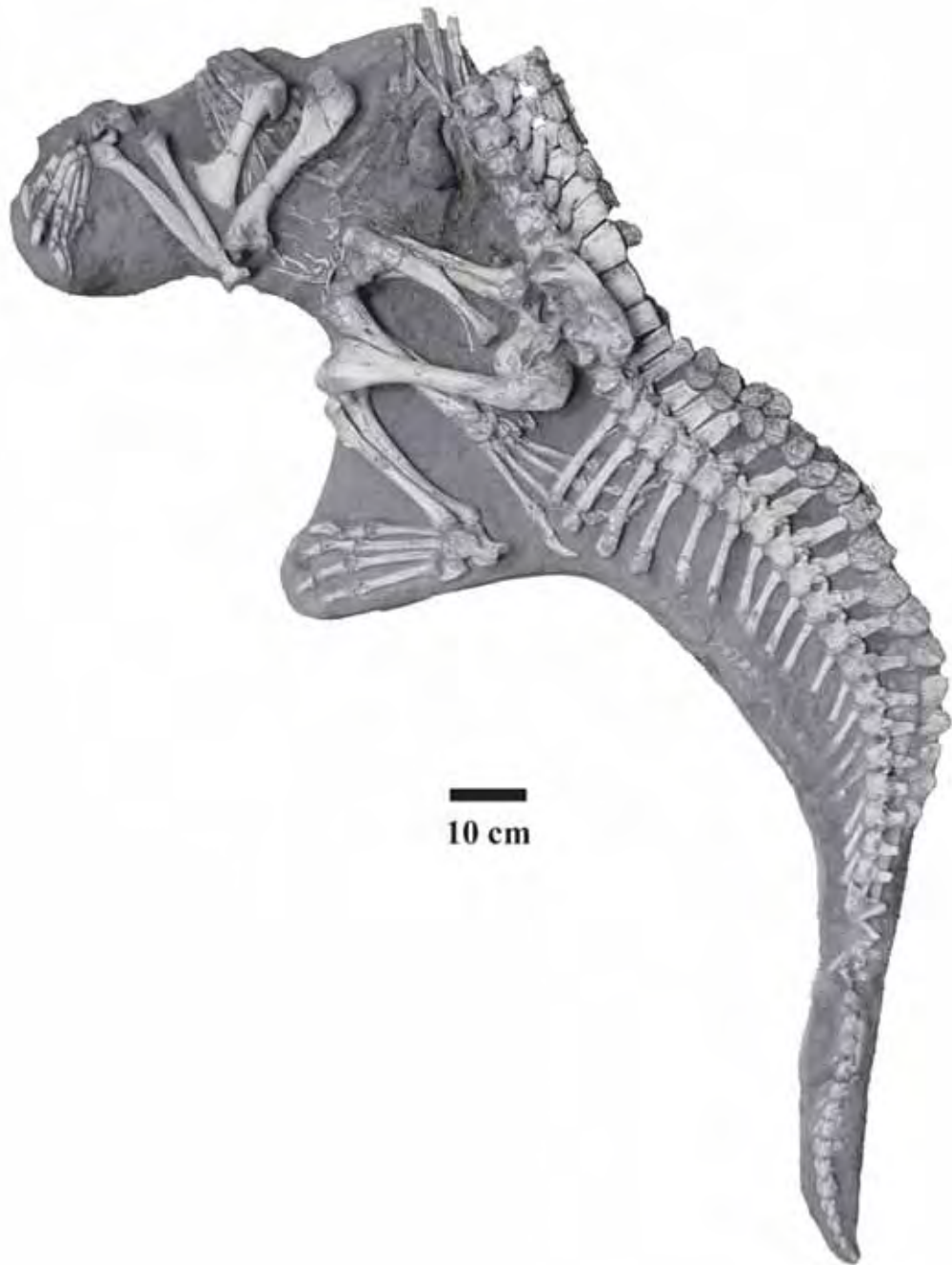


Figura 24. Espécimen UFRJ-DG 288 R, baurussúquido da Formação Adamantina, proveniente do município de General Salgado (ARRUDA *et al.*, 2004).

### 8.3.2.1. *Stratiotosuchus maxhechti* Campos *et al.*, 2001

O holótipo é um esqueleto quase completo, com crânio, mandíbula parcial, parte da coluna vertebral, faltando muito da cauda e dos elementos apendiculares. Está depositado no Museu de Ciências da Terra do Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro (DNPM) (CAMPOS *et al.*, 2001).

O nom específico homenageia Max K. Hecht, paleontólogo de vertebrados, que contribuiu particularmente para o estudo dos crocodylomorfos (CAMPOS *et al.*, 2001).

*Stratiotosuchus maxhechti* (Figura 25) ocupa uma posição importante neste trabalho, pois seu local de origem é um afloramento no perímetro urbano do município de Irapuru (sudoeste do estado de São Paulo). O holótipo pode pertencer a um adulto da espécie, uma vez que apresenta as suturas dos ossos dermo-cranianos muito fechados. O crânio possui 470 mm de comprimento, altura anterior de 104 mm e posterior de 270 mm, enquanto a largura anterior é 64 mm e a posterior 136 mm. Possui um crânio mais alto na porção anterior, mas não tanto quanto em *Baurusuchus*. Os ossos dérmicos são fortemente ornamentados, mas faltam as pequenas cavidades, comuns em outros crocodyliformes. As narinas externas são localizadas dorso-ventralmente, em uma depressão do pré-maxilar, separadas por um septo. A órbita é retangular e a maior abertura do crânio, a fenestra supra-temporal, é grande e periforme, enquanto a infra-temporal é subtriangular e menor que a anterior (CAMPOS *et al.*, 2001).

Possui dentição teropodomorfa, com três dentes pré-maxilares e cinco maxilares; uma falange óssea bem desenvolvida no jugal e a extremidade dorsal da maxila muito fina. A presença de dentes teropodomórficos permitiu separar *Stratiotosuchus maxhechti* dos Notosuchia. Também não pertence a peirossauromorfos por apresentar redução dentária e não exibir fenestra pré-orbital (CAMPOS *et al.*, 2001).

Trata-se portanto de um Baurusuchidae, apresentando como autapomorfias redução dentária (com cinco dentes maxilares); dentes teropodomórficos, comprimidos lateralmente, com bordas finas serrilhadas; porção anterior do crânio alta; presença de depressões rasas, situadas nas laterais das narinas externas. Mas difere de *Baurusuchus pachecoi* por apresentar três dentes pré-maxilares, em lugar dos quatro de *Baurusuchus*; borda lateral do jugal desenvolvida; depressão da

superfície pôstero-dorsal dos frontais marcada. Isto torna a compressão lateral do crânio de *Stratiotosuchus maxhechti* comparativamente maior (CAMPOS *et al.*, 2001).

As características cranianas, como a dentição reduzida, concentrada na região anterior do longo focinho, e pterigóide robusto, apontam que *Stratiotosuchus maxhechti* era capaz de se alimentar de animais grandes. Este tipo de dentição difere da encontrada em outros grupos de crocodylomorfos terrestres, que possuíam uma dentição mais generalizada. Os baurussúquidos ocupavam um nicho específico, alimentando-se de presas grandes, enquanto outras espécies zifodontes predavam animais de pequeno a médio portes (PINHEIRO *et al.*, 2008).

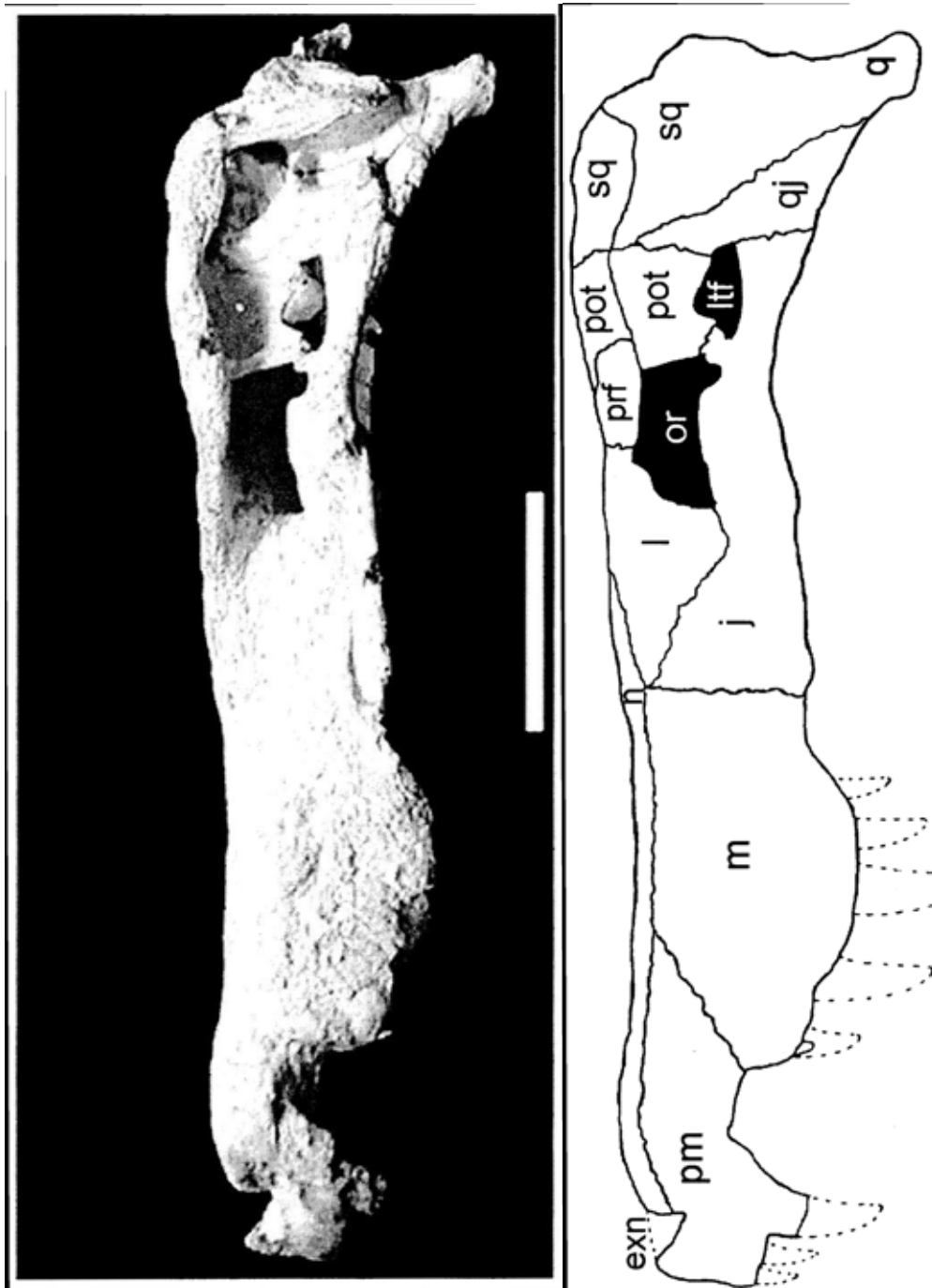


Figura 25. *Stratotosuchus maxhechti* (DGM 1477-R, holótipo). Fig.1 - vista lateral esquerda do crânio, barra de escala = 10 cm. Fig. 2 - esquema da vista lateral esquerda do crânio, barra de escala = 10 cm (CAMPOS *et al.*, 2001).

## 8.4. Theropoda

Linhagem de dinossauros com dietas exclusivamente carnívoras. Seus restos osteológicos são raros no Grupo Bauru, as notícias sendo baseadas em espécimens incompletos e isolados, e em especial dentes isolados.

Alguns dos primeiros registros de teropodomorfos, de depósitos da Formação Adamantina, vieram de Arid & Vizzoto (1963).

Os registros fóssilíferos de teropodomorfos de grande tamanho, na Formação Adamantina do sudoeste do Estado de São Paulo, apontam para restos de Maniraptoriformes e Abelisauridae.

### 8.4.1. Maniraptora

Maniraptoriformes no Grupo Bauru ocorrem principalmente na forma de dentes isolados, sendo raros elementos ósseos. São dentes característicos do grupo, longos e achatados, com acentuadas fissuras interdenticulares. Franco (1999) e Franco-Rosas & Bertini (2003) apontam as primeiras evidências de dinossauros Dromaeosauridae e Troodontidae na Formação Adamantina.

### 8.4.2. Abelisauridae

Dinossauros teropodomorfos eram diversificados pelo Gondwana, durante o Cretáceo (BONAPARTE, 1986; SERENO *et al.*, 2004). Foram recentemente incluídos no âmbito dos Ceratosauria (TYKOSKI & ROWE, 2007).

Abelisauridae mostra modificações no crânio, incluindo escultura externa (KELLNER & CAMPOS, 2000), fusão entre nasais, contato supra-orbital entre lacrimal e pós-orbital. Tais características são compartilhadas com carcarodontossauros, sugerindo relação entre os clados. Contudo, análises cladísticas mostram que não são proximamente relacionados (TYKOSKI & ROWE, 2007).

Bertini (1996) reporta os primeiros achados de Abelisauridae na Formação Adamantina, fragmento de pré-maxilar e dente isolado.

Apesar dos relatos de Candeiro (2002), quanto à presença de Carcharodontosauridae e Spinosauridae na Bacia Bauru, ainda não existe um registro confiável que possa realmente confirmar a presença de tais dinossauros na região, de modo que, como mostrado por Bertini & Franco-Rosas (2003), supor esta presença envolve equívocos morfológicos, paleobiológicos, paleobiogeográficos e biocronológicos, uma vez que tais grupos são encontrados preferencialmente na África, com distribuição cronológica durante o meso-Cretáceo. A associação de um único dente a determinado grupo (Carcharodontosauridae), sem que apresente qualquer característica morfológica diagnóstica, é um dos vários equívocos presentes em Candeiro (*op. cit.*).

## 8.5 Titanosauria

Titanosauria é um clado bem representado na área de estudo, contando com diversos elementos apendiculares, costelas e vértebras, em sua maioria desarticulados e fragmentados. Apesar da quantidade de material fóssil deste grupo, somente uma espécie foi descrita para a região, *Adamantisaurus mezzalirai* (SANTUCCI & BERTINI, 2006).

### 8.5.1. *Adamantisaurus mezzalirai* (SANTUCCI & BERTINI, 2006)

O holótipo é constituído por seis vértebras caudais anteriores articuladas, a primeira sendo provavelmente a segunda vértebra caudal. Duas hemapófises foram identificadas (SANTUCCI & BERTINI, 2006).

A palavra específica homenageia ao Dr. Sérgio Mezzalira, que coletou os materiais (SANTUCCI & BERTINI, 2006).

Trata-se de um titanossauro caracterizado pelas sinapomorfias vértebras caudais anteriores retas ou ligeiramente inclinadas, projetando os espinhos neurais, com extremidades distais fortemente expandidas lateralmente; lâmina pré-espinhal robusta; pré e pós-zigapófises com faces articulares muito amplas; faces articulares pós-zigapofiseais côncavas nas vértebras caudais anteriores (SANTUCCI & BERTINI, 2006).

Poucas sinapomorfias listadas para Titanosauroidea e Titanosauridae podem ser avaliadas em *Adamantisaurus mezzalirai*, uma vez que somente as vértebras caudais anteriores são conhecidas. Uma das sete sinapomorfias sugeridas por Upchurch (1998) para Titanosauridae, a presença de centro caudal medial comprimido dorso-ventralmente, é observada em *Adamantisaurus mezzalirai*. Duas sinapomorfias de Titanosauria, propostas por Wilson (2002), centros caudais anteriores procélicos e ausência de hemapófises em v, são observadas em *Adamantisaurus mezzalirai*.

Santucci & Bertini (2006) afirmam que apenas uma sinapomorfia de Opisthocoelicaudiinae é observada em *Adamantisaurus mezzalirai*, a presença de pequenas depressões nas faces laterais do espinho neural do primeiro arco neural caudal preservado. Entretanto, se afastaria dos opisthocoelicaudinos por apresentar vértebras caudais procélicas, enquanto *Opisthocoelicaudia skarzynskii* as possui opistocélicas / anfipláticas.

Ainda Santucci & Bertini (2006) reportam que, ao se comparar as informações extraídas de *Adamantisaurus mezzalirai*, com os dados apresentados por Salgado *et al.* (1997), *A. mezzalirai* possui apenas uma sinapomorfia de titanossauro, ou seja, vértebras caudais fortemente procélicas, em um estado menos desenvolvido que em *Malawisaurus dixey* (JACOBS *et al.*, 1993).

*Adamantisaurus mezzalirai* pode ser excluído dos Saltosaurinae, principalmente por não apresentar uma depressão no centro caudal anterior (SANTUCCI & BERTINI, 2006).

*Adamantisaurus mezzalirai* compartilha com *Uberabatitan riberoi* e *Aeolosaurus* a presença de pós-zigapófises nas facetas articulares côncavas; apenas com *Uberabatitan riberoi* a presença de espinhos neurais lateralmente expandidos e lâmina pré-espinhal; e com *Trigonosaurus pricei* a presença de espinhos neurais curtos (SANTUCCI & BERTINI, 2006).

## 9. RESULTADOS

Cinco novos afloramentos contendo fósseis de vertebrados foram localizados na área de investigação, com a numeração continuando a lista apresentada por Andrade (2002), e inserida no Mapa de Localidades Fossilíferas (Ver Anexo A). Estes afloramentos são formados genericamente por arenitos finos, com cimentação carbonática e estratificações cruzadas.

### **Ponto 35**

Cota 408

S 21° 44' 24.2"

W 51° 01' 47.7"

X: 049 690 6

Y: 759 594 5

Localizado 1,5 km ao sul do perímetro urbano da cidade de Lucélia, consiste de um afloramento de arenitos finos, com matriz lamítica.

### **Ponto 36**

Cota 426

S 21° 34' 09,1"

W 51° 15' 18,5"

Estrada vicinal ao sul do município de Pacaembu. Ocorrência de fragmentos de ossos longos, associados à Titanosauria.

### **Ponto 37**

Cota 444

S 21° 34' 26,7"

W 51° 14' 54,5"

X: 047 427 4

Y: 761 430 9

Estrada vicinal do município de Pacaembu, ao sul de antigo ramal ferroviário, em direção ao município de Flórida Paulista.

**Ponto 38**

Cota 461

S 21° 34' 01.9"

W 51° 25' 12,2"

X: 046 514 0

Y: 761 503 9

Localização: estrada vicinal no Município de Irapuru, em direção à Rodovia SP-294. Ocorrem à presença de fragmentos de costelas, associáveis a Titanosauria. Caracteriza-se por arenitos finos de cor clara e estratificações cruzadas (figuras 26 e 27).



Figura 26. Afloramento de arenitos finos, localizado no Município de Irapuru (Ponto 38).



Figura 27. Afloramento no Município de Irapuru (Ponto 38) com detalhes das estratificações cruzadas.

**Ponto 39**

Cota 431

S 21° 37' 57"

W 51° 09' 93"

X: 048 36 93

Y: 760 78 35

Localizado em uma estrada vicinal próximo a um antigo corte ferroviário no município de Flórida Paulista, sentido Adamantina. O afloramento é formado por arenitos muito finos que se alojam sobre um conglomerado de cimento de carbonato de cálcio. Geroto (2006) descreve um rádio de Titanosauria encontrado nessa localidade.

Os materiais tratados e preliminarmente descritos, nesta Dissertação de Mestrado estão depositados no acervo do Museu do Grupo de Ciências Luckesi, situado na Escola Estadual José Firpo, cidade de Lucélia, Estado de São Paulo.

As descrições preliminares dos materiais titanossaurianos são acompanhadas de medidas que seguem a nomenclatura utilizada por Powell (2003). Os dentes de Maniraptoriformes são classificados de acordo com os trabalhos de Currie *et al.* (1990) e Franco (1999).

### **Abreviações utilizadas**

Aart: largura da superfície articular

Ad: largura máxima distal;

Am: largura mínima

Amed: largura entre as bordas mediais

Ap: largura máxima proximal

AT: altura total

B: comprimento da base

BP: inclinação da carena em relação à base

Cc.: crista cnemial

DPM: dentículos por milímetro

F: forâmen

FABL: esquema da seção transversal basal

Hart: altura da superfície articular;

Ht: altura total

L: comprimento total

Lepr: lâmina espino-prezigapofiseal

Lidp: lâmina infra-diapofiseal

Lipr: lâmina infra-prezigapofiseal

LF: código do número de catálogo da coleção (L = Cidade de Lucélia, F = E. E. José Firpo)

Ls/art.: comprimento do centro vertebral, entre as superfícies articulares posterior e anterior

Lt.: comprimento máximo do centro vertebral

Pleu: pleurocelo

Pm: perímetro mínimo da seção cruzada do eixo

Prz: pré-zigapofise

TCH: altura total do dente

### 9.1. Materiais associáveis a Testudines

#### **Fragmento de plastrão / Testudines**

(LF-016)

L: 75mm

Ad: 114mm

Am: 72mm

M: 90mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### Descrição preliminar

Xifiplastrão direito de testudino (Figura 28). Encontram-se dois fragmentos basais da pélvis, que se ligavam à carapaça. A espessura é de 6 mm na região mediana.



Figura 28. Xifiplastrão de Testudines, em vista dorsal.

## 9.2. Fósseis de Crocodyliformes

### **Fragmento de Crânio / Crocodyliformes**

(LF-014)

L: 65mm

H.t.: 30mm

B: 30mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

Descrição preliminar

O material apresenta cor amarela esbranquiçada, ocorrendo resquícios da rocha associada e que podem ser retirados, mediante um trabalho de preparação mais cuidadoso, o que permitiria revelar mais detalhes (Figura 29).

A provável vista dorsal mostra parte de um “forâmen” elíptico ou semi-elíptico. Ao redor existem pequenas cavidades que se estendem até a região distal da peça.

Nesta região, em paralelo com a porção mediana do “forâmen” elíptico (semi-elíptico), existe outra abertura que poderia constituir outro “forâmen”.

Na região ventral ocorrem protuberâncias laminares que indicam uma continuidade e uma provável sutura. No entanto, faz-se necessário um trabalho mais completo de preparação.

As características acima apontam para uma região sutural entre os ossos nasal, maxilar e pré-maxilar de um crocodyliforme. A abundante ornamentação, em pequenas cavidades, é comum nesta região do crânio crocodylomorfo. Os possíveis “foramens” seriam a cavidade nasal e o alvéolo do dente maior da mandíbula.



Figura 29. Possível fragmento de crânio de Crocodyliformes (LF-014).

## Mandíbula / Crocodyliformes

(V003)

L: 210mm

Ap: 110mm

Ad: 40mm

Pm: 110mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

### Descrição preliminar

O material consiste em provável fragmento de mandíbula, talvez um surangular, muito fragmentado e faltando a extremidade distal.

Ligeiramente curvo, com uma protuberância naquela que seria a região proximal. Seguindo esta protuberância existe uma concavidade rasa.

Ocorre na região ventral uma protuberância fragmentada, formando uma estrutura semi-curva, muito próxima da parte superior de um forâmen (Figura 30), como ocorre em mandíbulas de crocodylomorfos, formada por surangular, angular e dentário. O desenho geral lembra muito o surangular de um crocodylomorfo Baurusuchidae.



Figura 30. Provável surangular de Crocodyliformes (V003), em vista lateral.

### **Dente de *Crocodylomorpha* (*Baurusuchidae*)**

V1

TCH: 33 mm

BP < 90°

DPM: 4

Local: Arredores de Flórida Paulista

Descrição preliminar

Dente exibindo o ápice fraturado (Figura 31). A carena anterior está muito desgastada, fraturada e ausente em alguns pontos próximos ao ápice (Figura 32). Os dentículos anteriores são curtos, com topos retos e não uniformes, com fendas interdenticulares acentuadas e profundas.

Surgiram algumas dúvidas quanto à classificação inicial deste dente, de início equivocadamente interpretado como um dente de Maniraptora. Os dentículos associam-no à Classe 3 de Currie *et al.* (1990), porém é um dente grande, maior que qualquer um descrito pelos autores citados. Entretanto, a morfologia aproxima-se de 77 SA, descrito por Franco (1999), que se trata de um dente menor, com 8 mm de altura, mas exibindo as mesmas características quanto à inclinação da carena em relação à base, e valor de dentículos por milímetro. A altura total do dente tem um valor semelhante ao encontrado para 156 CPP, tratado em Franco (*op. cit.*), que apresenta 29 mm de altura.

O dente V1 mostra uma seção transversal basal e número de dentículos por milímetro, enquadrada na Morfologia 5 de Franco (1999), encontrada apenas no Agrupamento Taxonômico C de Franco (*op. cit.*).

A altura total do dente, no entanto, é significativa o suficiente para levantar dúvidas se este seria mesmo um dente de Maniraptoriformes, podendo vir a pertencer aos crocodylomorfos, embora sua morfologia seja semelhante àquela descrita para Dromaeosauridae. Sua importante dimensão vertical representaria uma nova característica para os grupos conhecidos, ou um agrupamento taxonômico novo, como consequência do endemismo biótico no Cretáceo do sudeste do Brasil. Porém, o desenho da FABL (Figura 33), mais circular, e o fato dos dentículos iniciarem-se não nas bordas das carenas, mas na faixa central das mesmas, somados à altura total do dente, parecem confirmar que se trata de um dente pertence a um crocodylomorfo baurussúquido.



Figura 31. Dente V1, em vista labial.



Figura 32. Dente V1, em vista lingual.



Figura 33. FABL (esquema da seção basal), de V1.

**Dente de Crocodylomorfo (Baurusuchidae)**

V2

TCH: 27mm

BP=90°

DPM: 3

Local: Arredores de Flórida Paulista

## Descrição preliminar

Dente exibindo possível fragmentação da carena, na região proximal (Figura 34). Dentículos longos, com fendas interdenticulares bem acentuadas, com ápices bem gastos e arredondados, alguns encontrando-se fraturados (Figura 35). Os dentículos apresentam-se pequenos na base e alongam-se na porção mediana do dente; próximo ao ápice estão gastos e rasos. A morfologia dos dentículos apontaria para os Maniraptoriformes Troodontidae. Entretanto, outras características, como o desgaste dos dentículos, reforçariam a possibilidade de que pertença a um Dromaeosauridae, apesar de exceder em tamanho os maiores dentes descritos para este grupo.

No entanto, a região basal é muito circular que, em conjunto com uma altura elevada e dentículos semelhantes àqueles de V1, fortemente sugerem tratar-se de um dente de crocodylomorfo (Figura 36).



Figura 34. Dente V2, em vista lingual.



Figura 35. Dente V2, em vista labial.

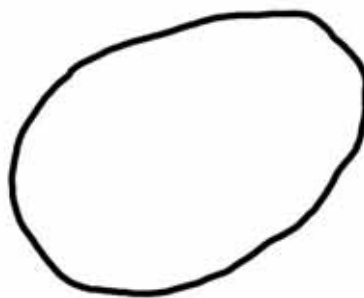


Figura 36. FABL (esquema da seção basal), de V2.

### **Dente de Crocodylomorfo (Baurusuchidae)**

V3

TCH: 25mm

BP=90°

DPM: 4

Local: Arredores de Flórida Paulista

#### Descrição preliminar

Dente com ápice fragmentado (Figura 37). Dentículos curtos, com topo arredondado, mais desgastados próximos ao ápice. Fendas interdenticulares acentuadas, mas não muito profundas.

O dente é mais robusto e maior que aqueles do Agrupamento Taxonômico C de Franco (1999). Os dentículos não possuem o topo uniformemente desgastado, guardando semelhanças com Dromaeosauridae. Mas os topos denticulares arredondados poderiam indicar associação com Troodontidae.

Inclinação da carena (Figura 38) em relação à base é característica compartilhada por Troodontidae e Dromaeosauridae. Mas o número de dentículos por milímetro de V3 não é encontrado em nenhum destes dois grupos.

A morfologia do dente e o desgaste dos dentículos, apesar do topo arredondado, aponta para Dromaeosauridae, semelhante ao espécimen 8.1D de Currie *et al.* (1990). A morfologia da seção transversal basal também é semelhante a 8.1E de Currie *et al.* (*op. cit.*). Poderia-se tratar de um novo tipo de dente para dromeossauros, ou um agrupamento taxonômico à parte.

Entretanto, a comparação com V1 e V2 revelou que V3 guarda semelhanças em altura, posição e formato dos dentículos, além de apresentar uma base mais circular (Figura 39). Portanto, poderia constituir um dente também associado aos baurussúquidos.



Figura 37. Dente V3, em vista lingual.



Figura 38. Dente V3, em vista labial.

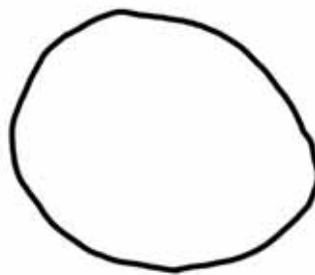


Figura 39. FABL (esquema da seção basal), de V3.

## **Dentes de crocodylomorfos encontrados associados a materiais de Titanosauria**

### **Dente / Crocodyliformes**

C1

L: 32mm

B: 17mm

Local: Ponto 39, Fazenda Santana, Flórida Paulista

#### Descrição preliminar

Dente bastante robusto (Figura 40A), fragmentado da porção mediana até a raiz, em uma das faces. É possível observar o interior, onde ocorrem linhas de crescimento e a cavidade pulpar.

Apresenta estrias longitudinais. Uma das estrias na lateral se destaca mais que as outras, seguindo da raiz até a extremidade distal. Ao lado dela ocorre uma segunda estria, mais saliente, que se junta à primeira, nas proximidades da extremidade distal, dando origem a uma única estria.

Na outra face inicia-se uma estria mais saliente na extremidade distal, que desce até a porção mediana do dente. Por conta da fragmentação dentária não é possível acompanhá-la até a raiz. É paralela às outras duas estrias salientes.

### **Dente / Crocodyliformes**

C2

L: 23mm

B: 10mm / 15mm

Local: Ponto 39, Fazenda Santana, Flórida Paulista

#### Descrição preliminar

A extremidade distal é ausente, sendo possível ver um orifício preenchido por rocha matriz (Figura 40B). A região da raiz está fragmentada e a cavidade pulpar também preenchida por rocha matriz. As estrias são separadas, não ocorrendo uma estria mais saliente que outras.

**Dente / Crocodyliformes**

C3

L: 20mm

B: 16mm / 8mm

Local: Ponto 39, Fazenda Santana, Flórida Paulista

## Descrição preliminar

Dente de extremidade distal gasta, mas presente (Figura 40C). As estrias longitudinais estão muito gastas. Presença de estrias paralelas, que se destacam mais e dividem o dente longitudinalmente. A região da raiz está fragmentada, exibindo uma cavidade parcialmente preenchida com rocha matriz.

**Dente / Crocodyliformes**

C4

L: 21mm

B: 19mm / 18mm

Local: Ponto 39, Fazenda Santana, Flórida Paulista

## Descrição preliminar

Extremidade distal desprovida de esmalte ou estrias, mas presente (Figura 40D). A região da raiz está danificada, exibindo a cavidade pulpar preenchida por rocha matriz. Estrias longitudinais abundantes e muito próximas. Presença de estrias mais salientes, e paralelas, dividindo o dente longitudinalmente.



Figura 40 Dentes de crocodylomorfos, encontrados junto a materiais de Titanosauria (A: C1, B: C2, C: C3 e D: C4).

#### **Dente / Crocodyliformes**

D1

L: 20mm

P: 10mm

B: 11mm

Descrição preliminar

Apresenta as estrias verticais características do grupo.

#### **Dente / Crocodyliformes**

D2

L: 20mm

P: 1mm

B: 9mm

Descrição preliminar

Ligeiramente curvo. Presença de estrias verticais.

**Dente / Crocodyliformes**

D3

L: 15mm

P: 5mm

B: 7mm

## Descrição preliminar

Apresenta-se inteiro, faltando apenas parte da região da raiz, com a extremidade distal ligeiramente gasta. Existem duas estrias mais salientes, provavelmente anterior e posterior, dividindo-o em duas metades aproximadamente iguais. Ambas as estrias se tocam na extremidade distal.

**Dente / Crocodyliformes**

D4

L: 16mm

P: 4mm

B: 5mm

## Descrição preliminar

Extremidade distal ausente. Ocorrem rachaduras na região mediana do dente. Presença de estrias verticais.

**Dente / Crocodyliformes**

D5

L: 11mm

P: 8mm

B: 6mm

#### Descrição preliminar

Dente um pouco curvo, uma das faces fragmentada. Presença de estrias verticais, com duas delas mais salientes, que o dividem em duas metades aproximadamente iguais. Devido à fragmentação, a orientação destas estrias se torna de difícil observação, mas aparentam cortar o dente látero-medialmente, e não ântero-posteriormente, como em D3.

#### **Dente / Crocodyliformes**

D6

L: 12mm

P: 5mm

B: 6mm

#### Descrição preliminar

Extremidade distal e região da raiz fragmentados. Estrias verticais presentes, bem separadas e proeminentes. Presença de duas estrias mais evidentes, que dividem o dente em duas metades.

#### **Dente / Crocodyliformes**

D7

L: 9mm

P: 7mm

B: 7mm

#### Descrição preliminar

Material ainda associado à rocha matriz, exceto por uma das faces fragmentadas que exhibe o seu interior, e uma pequena porção apresentando as estrias verticais.

**Dente / Crocodyliformes**

D8

L: 11mm

P: 10mm

B: 8mm

## Descrição preliminar

Extremidade distal quase arredondada. Presença de estrias verticais, com duas delas mais salientes, dividindo o dente látero-medialmente, que se fundem na extremidade distal.

**Dente / Crocodyliformes**

D9

L: 11mm

P: 8mm

B: 7mm

## Descrição preliminar

Fragmento de dente sem extremidade distal ou região da raiz. Presença de estrias verticais, algumas mais salientes.

**Dente / Crocodyliformes**

D10

L: 15mm

P: 10mm

B: 10mm

## Descrição preliminar

Consiste em um fragmento dentário, apenas com uma das faces presente. É possível observar as estrias verticais.

**Dente / Crocodyliformes**

D11

L: 13mm

P: 10mm

B: 6mm

Descrição preliminar

Consiste de um dente laminar, cortado ao meio apenas em uma das faces.

Estrias verticais gastas, quase ausentes. Extremidade distal pontiaguda.

**Dente / Crocodyliformes**

D12

L: 10mm

P: 5mm

B: 7mm

Descrição preliminar

Fragmento dentário, sem extremidade distal ou região da raiz, presente apenas uma das faces do dente. Apresenta estrias.

**Dente / Crocodyliformes**

D13

L: 20mm

P: 11mm

B: 12mm

Descrição preliminar

Dente com região da raiz danificada, apresentando anéis de crescimento. Presença de estrias verticais, não observáveis na extremidade distal, apenas sutis marcas verticais. No interior observa-se uma cavidade preenchida por rocha matriz.

**Dente / Crocodyliformes**

D14

L: 18mm

P: 14mm

B: 12mm

## Descrição preliminar

O dente apresenta a extremidade distal gasta. Uma das faces encontra-se fragmentada. A região da raiz apresenta uma grande cavidade, sendo possível observá-la em perfil, graças à fragmentação de uma das faces. Esta cavidade termina quase na porção mediana do dente. As estrias verticais estão gastas, observáveis de maneira sutil.

**Dente / Crocodyliformes**

D15

L: 16mm

P: 10mm

B: 10mm

## Descrição preliminar

Extremidade distal gasta e arredondada. Estrias verticais presentes em grande quantidade. Duas estrias mais salientes se iniciam lateral e medialmente, juntando-se na extremidade distal, dividindo o dente em duas metades.

Região da raiz marcada pela falta de estrias e, no centro, presença de uma cavidade não muito pronunciada.

**Dente / Crocodyliformes**

D16

L: 15mm

P: 10mm

B: 10mm

## Descrição preliminar

Dente de extremidade distal fragmentada, bem como a região da raiz. Apresenta várias rachaduras. Estrias verticais presentes na face distal, mas gastas na proximal. Estrias mais salientes dividem-no em duas metades. A região da raiz apresenta um pequeno orifício, preenchido por rocha matriz.

**Dente / Crocodyliformes**

D17

L: 25mm

P: 11mm

B: 13mm

## Descrição preliminar

Dente incrustado na rocha matriz, não sendo possível observar as estrias. Uma das faces está expondo o interior do dente, tendo sido cortado longitudinalmente. É possível observar a cavidade da região da raiz.

**Dente / Crododyliformes**

D18

L: 28mm

P: 10mm

B: 11mm

#### Descrição preliminar

Material com poucas características diagnósticas, sem estrias. A região da raiz é semelhante àquela de outros dentes, se destacando da rocha matriz ao redor. Mas se observa a cavidade central.

#### **Dente / Crocodyliformes**

D19

L: 14mm

P: 6mm

B: 7mm

#### Descrição preliminar

Dente ainda incrustado na rocha matriz. Região da raiz fragmentada, onde é possível observar um orifício. As estrias são pouco salientes, manifestando-se como marcas sutis.

#### **Dente / Crocodyliformes**

D20

L: 19mm

P: 12mm

B: 14mm

#### Descrição preliminar

O dente é cônico, levemente curvo, ainda apresentando fragmentos de rocha matriz. As estrias são bem evidentes e as duas estrias, que dividem o dente em duas metades, estão presentes.

**Dente / Crocodyliformes**

D21

L: 11mm

P: 7mm

B: 8mm

## Descrição preliminar

Material bastante danificado, sem estrias longitudinais. Extremidade distal ausente.

**Dente / Crocodyliformes**

D22

L: 19mm

P: 7mm

B: 8mm

## Descrição preliminar

Dente com estrias verticais evidentes. Extremidade distal ausente e região da raiz danificada. É possível observar uma estria mais destacada que as outras, mas como o elemento dentário ainda se encontra aderido à rocha matriz, não é possível confirmar a presença de uma estria na outra face.



Figura 41. Dentes de crocodylomorfos.

**Epífise proximal de elemento ósseo apendicular / Crocodylomorpha  
(LF-015)**

L: 110mm

Ap: 60mm

Pm: 80mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

**Descrição preliminar**

Trata-se apenas de uma epífise (Figura 42), provavelmente proximal, a julgar pelos pontos de articulação, um deles lembrando um trocanter maior. Sua circunferência diafiseal (80 mm) permitiria associá-lo a Crocodyliformes. Os dois pontos de articulação são bem delimitados, um deles constituindo uma

protuberância alongada, porém achatada na porção superior, o outro situado lateralmente entre dois côndilos.



Figura 42. Epífise proximal de osso longo (LF-015), provavelmente Crocodyliformes.

### 9.3. Materiais associáveis a Maniraptora

#### **Fragmento de crânio / Dromeosauridae**

(LF-013)

L: 110mm

Ap: 50mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### Descrição preliminar

O espécimen (Figura 43) apresenta um comprimento de 110 mm horizontalmente (jugal) e 50 mm verticalmente (lacrimal). A face voltada para a rocha matriz (Figura 44) apresenta o lacrimal mais amplo em relação à face que se

apresenta exposta, sendo esta mais plana. O inverso ocorre com o jugal. A peça apresenta uma sutura horizontal.

O desenho geral do espécimen é semelhante ao encontrado nas fenestras cranianas de Dromeosauridae. Como não ocorrem alvéolos no osso horizontal, pode se tratar do jugal. A abertura maior, que se estende sobre o jugal, seria a órbita, e a menor seria a fenestra pré-orbitária.



Figura 43. Fragmento de crânio de Maniraptoriformes (LF-013), em vista lateral externa.



Figura 44. Fragmento de crânio de Maniraptoriformes (LF-013), em vista medial.

#### **Epífise proximal de elemento ósseo apendicular / Maniraptoriformes**

(LF-016)

L: 80mm

Ap: 30mm

Pm: 50mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### **Descrição preliminar**

Epífise de osso apendicular (Figura 45), com os pontos de articulação apresentando padrão proximal. É possível evidenciar a presença da Crista Cnemial. Ao lado ocorre uma outra crista, terminando em outro côndilo, ao lado do qual surge uma cavidade, que poderia funcionar como ponto de articulação para a fíbula.



Figura 45. Epífise proximal de osso longo (LF-016).

**Diáfise de elemento óseo apendicular/ indeterminado**  
(DF-1)

L: 75mm

Pm: 60mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

**Descrição preliminar**

Consiste em um fragmento diafiseal de osso longo, achatado lateralmente, com formato elipsoidal, se observado transversalmente (Figura 46).

**Diáfise de elemento ósseo apendicular / indeterminado**

(DF-2)

L: 88mm

Pm: 55mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

## Descrição preliminar

Material achatado lateral e medialmente, aparenta ser um fragmento de diáfise. Um dos lados é mais achatado, formando em determinado ponto uma cavidade rasa. Apresenta uma série de estrias longitudinais (Figura 47).

**Diáfise de elemento ósseo apendicular / indeterminado**

(DF-3)

L: 55mm

Pm: 60mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

## Descrição preliminar

Fragmento de diáfise achatado lateralmente. Se observado transversalmente apresenta um anel elíptico escurecido em uma das extremidades (Figura 48-A).

**Diáfise de elemento ósseo apendicular / indeterminado**

(DF-4)

L: 53mm

Pm: 57mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

(Figura 48-B)

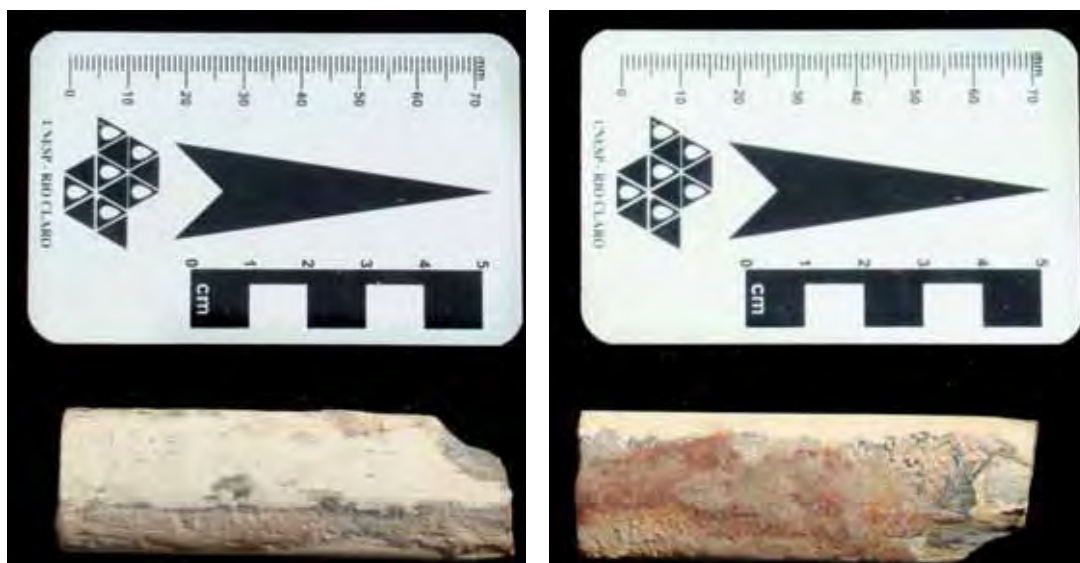


Figura 46. Diáfise de osso longo (DF-1), em vistas lateral (esquerda) e medial (direita).



Figura 47. Diáfise de osso longo (DF-2), em vistas lateral (esquerda) e medial (direita).

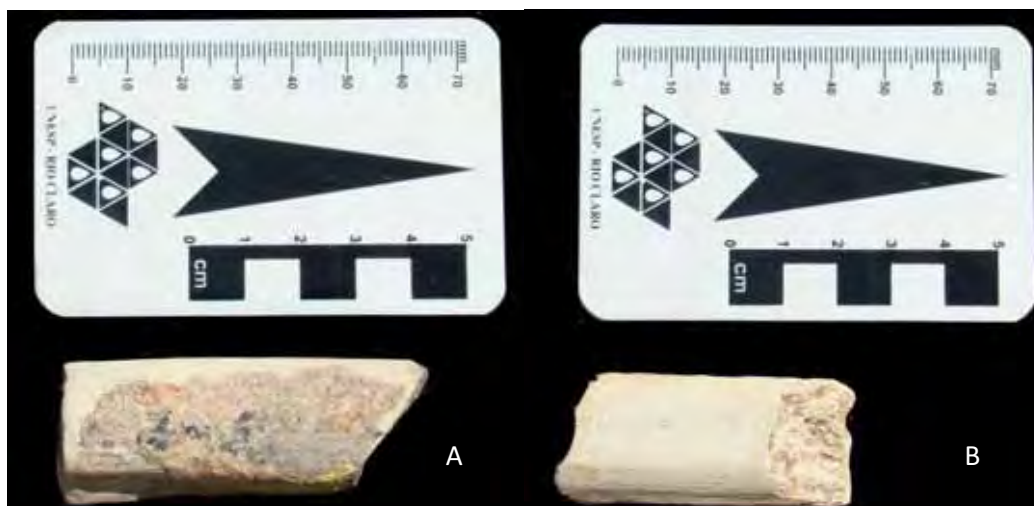


Figura 48. Diáfise de osso longo: (A) DF-3 (à esquerda) em vista lateral; (B) DF-4 (à direita) em vista medial.

### **Dente / Velociraptoridae**

V4

TCH: 21mm

BP=90°

DPM: 3

Dentículos Classe 1.2

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### **Descrição preliminar**

Dente achatado lateralmente, região radicular pouco elíptica. Extremidade distal ausente (Figura 49). Dentículos longos, fendas interdenticulares acentuadas, com topos arredondados terminando em ganchos, muito refinados individualmente quando próximos ao ápice do dente.

Pertence à Classe 1.2 de Currie *et al.* (1990). Mas o refinamento individual dos dentículos, juntamente com os valores de inclinação da carena em relação à base (Figura 50), e número de dentículos por milímetro, que ocorrem nos dentes dos Velociraptoridae descritos por Franco (1999), indicam associação com este grupo. No entanto a seção transversal basal (Figura 51) não se aproxima de nenhum dos exemplares, para este agrupamento, de Currie *et al.* (1990), ou Franco (1999).

Além disso, o dente é maior que os exemplares de Velociraptoridae de Franco (1999), apresentando 21 mm de altura, contra 17 mm no maior exemplar dentário deste grupo.

Mas as características de inclinação da carena em relação à base, dentículos por milímetro, a classe morfológica dos dentículos, bem como o desenho laminar do dente, mais achatado na face lingual, permitem classificá-lo efetivamente como associável aos Velociraptoridae, a despeito do alto valor de altura total do dente.



Figura 49. Dente V4, em vista labial.



Figura 50. Dente V4, em vista lingual.

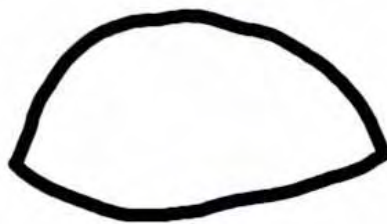


Figura 51. FABL (esquema da seção basal) de V4.

### **Dente / Velociraptoridae**

V9

TCH: 11mm

BP>90°

DPM: 4

Dentículos Classe 1.2

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### Descrição preliminar

Dente achatado lábio-lingualmente, com ápice e base fraturados (Figura 52). Dentículos da carena anterior mais desgastados que na posterior, característico de Velociraptoridae. Carena anterior também desgastada, com dentículos irregulares, muito próximos entre si. Inclinação da carena em relação à base (Figura 53) semelhante ao que ocorre em 81 SA e 108 SA, de Franco (1999).

Dentículos alongados, levemente orientados para o ápice do dente, com topos arredondados, associáveis à Classe 1 de Currie *et al.* (1990). As fendas interdenticulares são bem acentuadas.

A altura total do dente se aproxima daquelas apresentadas para Velociraptoridae, estando um pouco abaixo dos valores usuais. O número de dentículos por milímetro não é compartilhado por nenhum dos dentes de Franco (1999). O esquema da seção transversal basal (Figura 54) guarda alguma semelhança com o espécimen 108 AS, descrito por Franco (*op. cit.*).

A morfologia do dente, a classe dos dentículos, a inclinação da carena em relação à base e a altura total do dente, permitem classificá-lo como pertencente aos Velociraptoridae.



Figura 52. Dente V9, em vista labial.



Figura 53. Dente V9, em vista lingual.



Figura 54. FABL (esquema da seção basal) de V9.

### **Dente / Velociraptoridae**

V11

TCH: 17mm

BP=90°

DPM: 3

Dentículos Classe 1.2

Local: Arredores de Lucélia

#### Descrição preliminar

Dente alongado, pouco curvo, achatado na face lingual.

Dentículos longos, com formas refinadas, curvos no topo, inclinados em direção ao ápice (Figura 55), possíveis de serem enquadrados na Classe 1 de Currie *et al.* (1990). Os dentículos da carena anterior apresentam pouco desgaste, estando tão conservados quanto na posterior (Figura 56).

A seção transversal basal do dente é próxima das apresentadas pelos exemplares de Franco (1999) para Velociraptoridae (Figura 57). O dente também apresenta altura total, inclinação da carena em relação à base e dentículos por milímetro que permitem confirmar a classificação como Velociraptoridae.



Figura 55. Dente V11, em vista lingual.



Figura 56. Dente V11, em vista labial.



Figura 57. FABL (esquema da seção basal) de V11.

**Dente / Dromaeosauridae**

V5

L: 15mm

BP&gt;90°

DPM: 3

Dentículos Classe 2

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

## Descrição preliminar

Dente com base de morfologia elíptica e fraturada. O ápice está conservado. A carena anterior está desgastada, com poucos traços dos dentículos (Figura 58).

Os dentículos são associáveis à Classe 2 de Currie *et al.* (1990), sendo possível que se trate de um dente de Dromaeosauridae. Isto pode ser confirmado por meio dos dentículos por milímetro, inclinação da carena em relação à base, altura total do dente, que são compartilhados pelos espécimens deste grupo para Franco (1999). No entanto, o desgaste da carena anterior é típico de Velociraptoridae. Os dentículos da carena posterior são longos, levemente curvos, orientados para o ápice do dente, com fendas interdenticulares profundas. O topo dos dentículos é reto (Figura 59).

Mas a morfologia da seção transversal basal (Figura 60) é aquela observada no âmbito dos Dromaeosauridae, reforçando o argumento de que este dente pertenceria a este grupo.



Figura 58. Dente V5, em vista lingual.



Figura 59. Dente V5, em vista labial.

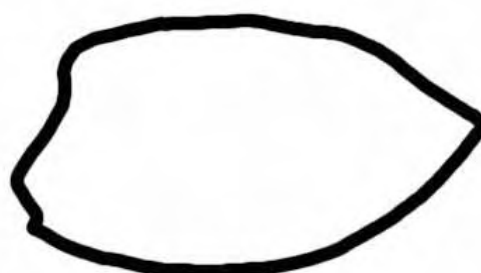


Figura 60. FABL (esquema da seção basal), de V5.

**Dente / Dromaeosauridae**

V6

TCH: 12mm

BP=90°

DPM: 3

Dentículos Classe 2

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

## Descrição preliminar

Dente sem ápice preservado e com base elíptica, mas fragmentada (Figura 61). Presença de um pequeno orifício na região posterior da base. Carena anterior muito desgastada.

Dentículos alongados, retos no topo, orientados para o ápice do dente, muito fraturados. Fendas interdenticulares profundas, mas pouco espaçadas. Uma observação em vista posterior mostra que os dentículos da carena posterior terminariam de modo próximo a uma ponta, portanto provavelmente não arredondados. Porém o desgaste sofrido pelos dentículos torna bastante difícil determinar se o topo era realmente reto ou arredondado. Assim o posicionamento morfológico dos dentículos poderia ser a Classe 2 de Currie *et al.* (1990). Os dentículos anteriores mostram-se menos desgastados, o que é incomum para dentes deste grupo dinossauriano, e apresentam o topo reto.

As características altura total do dente, inclinação da carena em relação à base e dentículos por milímetro, são compartilhados por dentes de Troodontidae e Dromaeosauridae, como propostos e descritos por Franco (1999). Porém V6 possui um padrão de desgaste observável em Dromaeosauridae (Figura 62) por Franco (*op. cit.*).

Uma vez que os topos arredondados dos dentículos estão ausentes, devido a desgaste, transporte, ou por não serem realmente arredondados, não podem ajudar na identificação do grupo. Porém, o esquema da seção transversal basal é classificada na Morfologia 2 de Franco (1999), compartilhada tanto por Dromaeosauridae quanto por Troodontidae (Figura 63). Como o desgaste dos dentículos é mais típico de Dromaeosauridae, e as características como altura total do dente, inclinação da carena em relação à base, dentículos por milímetro e

esquema da seção transversal basal, são encontradas em dentes deste grupo, é válido, no âmbito deste trabalho, classificá-lo como associável aos Dromaeosauridae.



Figura 61. Dente V6, em vista labial.



Figura 62. Dente V6, em vista lingual.



Figura 63. FABL (esquema da seção transversal basal) de V6.

**Dente / Dromaeosauridae**

V12

TCH: 14mm

BP=90°

DPM: 4

Dentículos Classe 2

Local: Arredores de Lucélia

## Descrição preliminar

Dente com carenas muito desgastadas, restando apenas as bases dos dentículos na carena anterior. A carena posterior é um pouco melhor preservada, porém também muito desgastada, especialmente próximo ao ápice, que não está muito bem preservado (Figura 64).

Inclinação da carena (Figura 65), similar à V12, ocorre em 6l e 7l, espécimens de Franco (1999). Dentículos longos, com topo desgastado, aparentemente retos, fendas interdenticulares acentuadas, os posteriores melhor visualizados em vista lingual. Enquadram-se na Classe 2 de Currie *et al.* (1990), associável aos Dromaeosauridae.

O esquema da seção transversal basal (Figura 66) exhibe alguma semelhança com Troodontidae (FRANCO, 1999). O valor de dentículos por milímetro, para V12, o aproxima do Agrupamento Taxonômico C de Franco (*op. cit.*), mas o conjunto das características aponta para um dente associável aos Dromaeosauridae.



Figura 64. Dente V12, em vista labial.



Figura 65. Dente V12, em vista lingual.



Figura 66. FABL (esquema da seção transversal basal) de V12.

**Dente / Dromaeosauridae**

V15

TCH: 11mm

BP&gt;90°

DPM: 3

Dentículos Classe 2

Local: Arredores de Lucélia

## Descrição preliminar

Dente laminar, achatado lábio-lingualmente, com ápice gasto (Figura 67). Apresenta carena anterior muito desgastada, com dentículos quase não observáveis, e posterior menos desgastada (Figura 68).

Dentículos da carena posterior longos, inclinados para o ápice, de topo reto, com fendas interdenticulares profundas. São enquadrados na Classe 2 de Currie *et al.* (1990).

O desenho da seção transversal basal (Figura 69) não é compartilhado por nenhum dos dentes de Dromaeosauridae mostrados em Currie *et al.* (1990), ou Franco (1999). Porém a altura total é próxima dos equivalentes deste grupo. A menos que o desgaste tenha afetado a morfologia dos dentículos, trata-se de um dente pertencente aos Dromaeosauridae.



Figura 67. Dente V15, em vista labial.



Figura 68. Dente V15, em vista lingual.



Figura 69 FABL (esquema da seção transversal basal), de V15.

### **Dente / Troodontidae**

V7

TCH: 15mm

BP=90°

DPM: 3

Dentículos Classe 1.1

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

### Descrição preliminar

Dente com estrias longitudinais (Figura 70), no entanto bastante laminar e com base elíptica. Carena anterior muito gasta, dentículos ausentes, não sendo observados em vista lateral, por conta do desgaste (Figura 71). Em vista anterior surgem marcas dos dentículos, no entanto o grau de fraturas e desgaste é alto.

Dentículos longos e orientados em direção ao ápice, fendas interdenticulares profundas e acentuadas. Topo denticular arredondado, quando presente, pois a maioria os topos estão fraturados ou ausentes. Associável à Classe 1 de Currie *et al.* (1990).

Dente de Troodontidae, compartilhando morfologia, esquema da seção transversal basal (Figura 72), e inclinação da carena em relação à base, com espécimens descritos em Franco (1999). O número de dentículos por milímetro alcança apenas 3.

Uma vez que a maioria dos exemplares de Franco (1999), associáveis aos Troodontidae, apresenta número de dentículos por milímetro 3, e inclinação da carena em relação à base  $90^\circ$ , existe segurança ao afirmar que se trata de um dente deste grupo.



Figura 70. Dente V7, em vista lingual.

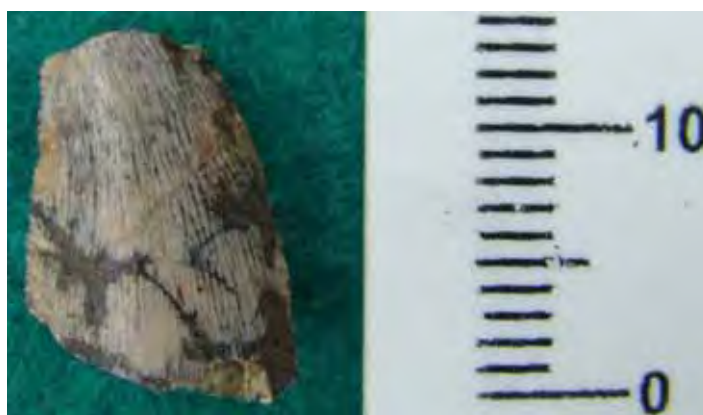


Figura 71. Dente V7, em vista labial.



Figura 72. FABL (esquema da seção transversal basal) de V7.

### **Dente / Troodontidae**

V8

TCH: 12mm

BP=90°

DPM: 3

Dentículos Classe 1.1

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### Descrição preliminar

Dente achatado lateralmente e levemente inclinado para o lado lingual. Ápice e base fragmentados (Figura 73). Orifício presente na região posterior da base. Carena anterior muito gasta, restando apenas impressões dos dentículos.

Dentículos longos, muito desgastados, de topo reto, fendas interdenticulares acentuadas e profundas. Dente associável à Classe 2 de Currie *et al.* (1990).

Este dente compartilha a morfologia geral, altura total, dentículos por milímetro, inclinação da carena em relação à base (Figura 74) e esquema da seção transversal basal (Figura 75) com espécimens atribuídos aos Troodontidae por Franco (1999). Assim é possível classificá-lo como associável aos Troodontidae, com a morfologia dos dentículos tendo sido alterada pelo desgaste excessivo.



Figura 73. Dente V8, em vista lingual.



Figura 74. Dente V8, em vista labial.



Figura 75. FABL (esquema da seção transversal basal), de V8.

**Dente / Troodontidae**

V10

TCH: 21mm

BP=90°

DPM: 3

Dentículos Classe 1.1

Local: Arredores de Lucélia, SP

## Descrição preliminar

Dente laminar, levemente achatado na lateral, com a carena posterior reta e a anterior curva próxima ao ápice (Figura 76). Tal morfologia se enquadra naquela descrita por Franco (1999) para Troodontidae.

A carena anterior encontra-se muito desgastada, com dentículos curtos, longos, próximos, arredondados no topo, pouco refinados individualmente, com fendas interdenticulares acentuadas. O desgaste é característico daquele encontrado em Troodontidae. O desenho geral se enquadram na Classe 1 de Currie *et al.* (1990).

Altura total, inclinação da carena em relação à base (Figura 77), dentículos por milímetro, esquema da seção transversal basal (Figura 78) e morfologia dos dentículos se enquadram na classificação de Franco (1999) para Troodontidae.



Figura 76. Dente V10, em vista labial.



Figura 77. Dente V10, em vista lingual.



Figura 78. FABL (esquema da seção transversal basal), de V10.

**Dente / Troodontidae**

V14

TCH: 10mm

BP&gt;90°

DPM: 5

Dentículos Classe 1.1

Local: Arredores de Lucélia

## Descrição preliminar

Dente laminar, fragmentado na base, achatado lábio-lingualmente (Figura 79). Carena anterior muito desgastada, com quase total ausência de dentículos da porção mediana para o ápice, estando quase ausentes no topo.

Dentículos longos, arredondados no topo e não uniformes, com maior refinamento individual, levemente inclinados para o ápice, apresentando fendas interdenticulares profundas. O desenho geral o associa à Classe 1 de Currie *et al.* (1990).

O refinamento dos dentículos e a inclinação da carena em relação à base (Figura 80) poderiam associá-lo aos Velociraptoridae. Porém, dentículos por milímetro, esquema da seção transversal basal (Figura 81) e altura total parecem indicar que trata-se de um dente de Troodontidae, uma vez que estas características não ocorrem em Velociraptoridae.



Figura 79. Dente V14, em vista lingual.

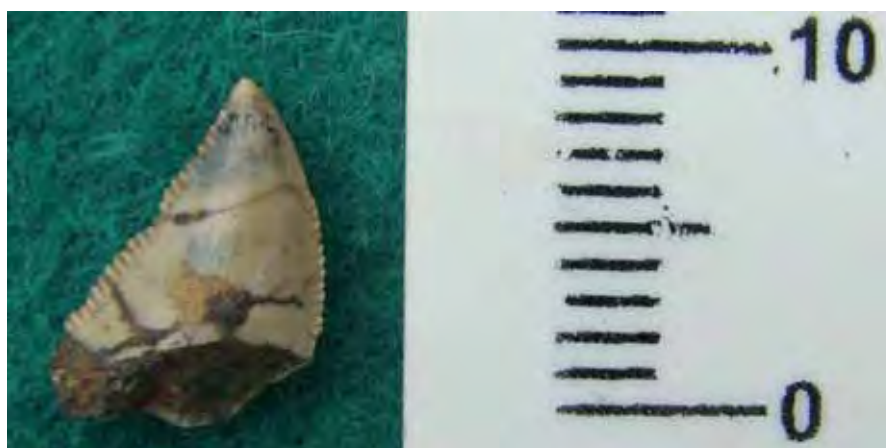


Figura 80. Dente V14, em vista labial.



Figura 81. FABL (esquema da seção transversal basal), de V14.

**Dente / Troodontidae**

V17

TCH: 11,51mm

BP=90°

DPM: 3

Dentículos Classe 1.1

Local: Arredores de Lucélia, SP

## Descrição preliminar

Dente bem preservado, apresentado apenas algumas fraturas superficiais (Figura 82).

Denticulos longos com topo arredondado, apresentando diferenças de declives e topos não uniformes, porém isto poderia ser devido ao desgaste. Os dentículos foram identificados como pertencentes à Classe 1 de Currie *et al.* (1990). As fendas interdenticulares são acentuadas.

A altura do dente é próxima daquela apresentada pelos espécimens 3I e 122CPP de Franco (1999), ambos apresentando um TCH de 12 mm, enquanto V17 apresenta um valor de 11,51 mm. Franco (*op. cit.*) considera-o alto para um Troodontidae, quando comparado com os dentes descritos por Currie *et al.* (1999) para o grupo.

Ainda em comparação com 3I e 122CPP, os valores de inclinação da carena em relação à base e dentículos por milímetro são idênticos àqueles de V17 (Figura 83). O desenho da seção transversal basal (Figura 84) é semelhante a 3I e, como ressaltado por Franco (1999), não é apresentado por nenhum dente de Troodontidae descrito por Currie *et al.* (1990).



Figura 82: Dente V17 em vista labial.



Figura 83: Dente V17 em vista lingual.

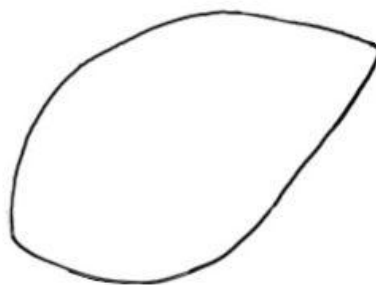


Figura 84: FABL (esquema de seção basal transversal) de V17.

**Dente / Agrupamento Taxonômico B de Franco (1999)**

V13

TCH: 13mm

BP=90°

DPM=4

Local: Arredores de Lucélia, SP

## Descrição preliminar

Dente laminar, muito liso e desgastado (Figura 85). Base e ápice fraturados, de modo que a inclinação da carena em relação à base é incerta, mas provavelmente 90° (Figura 86).

Carenas muito desgastadas, quase ausentes. A carena anterior apresenta evidências muito discretas dos dentículos, visíveis por contraste de luz sob esteromicroscópio. A carena posterior apresenta marcas escuras sutis nos prováveis locais onde estariam os dentículos. Tal nível de desgaste pode ser causado pela idade do animal, transporte ou ambos.

Se os dentículos forem curtos, arredondados no topo, este dente poderia ser associado ao Agrupamento Taxonômico C de Franco (1999). As semelhanças entre V13 e dentes descritos por Franco (*op. cit.*) residem no importante desgaste das carenas, morfologia geral e esquema da seção transversal basal (Figura 87).

As diferenças residem no maior tamanho de V13 e no valor da inclinação da carena em relação à base (90°). O número de dentículos por milímetro não pode ser utilizado, pois não é apresentado por Franco (1999) para seus espécimens, de forma queo também não seria confiável para este.

Talvez o dente pudesse ser encaixado em um novo agrupamento taxonômico, demonstrando o endemismo dos Maniraptoriformes no Cretáceo Superior do sudeste do Brasil. É preferível porém manter cautela ao se criarem agrupamentos taxonômicos novos, de modo que para o presente trabalho as características do dente são suficientes para agregá-lo ao Agrupamento Taxonômico B de Franco (1999).



Figura 85. Dente V13, em vista labial.

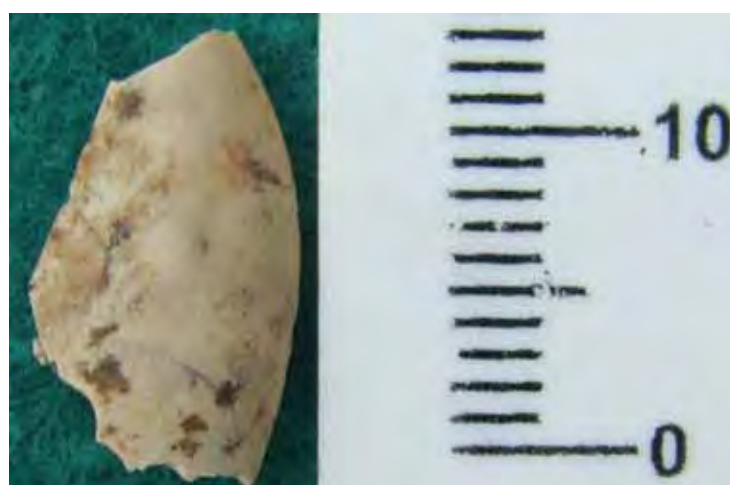


Figura 86. Dente V13, em vista lingual.



Figura 87. FABL (esquema da seção transversal basal), de V13.

**Dente / Agrupamento Taxonômico C de Franco (1999)**

V16

TCH: 18mm

BP&gt;90°

DPM (carena anterior): 4

Dentículos Classe 3

Local: Arredores de Lucélia, SP

## Descrição preliminar

Dente muito fraturado, provavelmente devido ao transporte, de modo que toda a região posterior foi perdida (Figura 88). Pouco achatado lábio-lingualmente. O desenho da seção transversal da base não foi obtido, pois parte dela está fragmentada (Figura 89).

Uma vez que os dentículos posteriores foram perdidos, e os anteriores encontram-se bem preservados, esta descrição se baseará em seus últimos, considerando-se o desgaste maior da carena anterior. Portanto, de modo algum esta classificação será conclusiva.

São dentículos curtos, com uma proporção equivalente de comprimento e largura, com fendas interdenticulares acentuadas e profundas, topo reto, não uniforme. Deste modo enquadrar-se-iam na Classe 3 proposta por Franco (1999).

A altura total conseguida é 18 mm, 1 mm acima do maior dente de Dromaeosauridae descrito por Franco (1999). No entanto, é possível que fosse maior, pois ápice e parte da base estão ausentes. O valor 4, para número de dentículos por milímetro, não ocorre em nenhum dente de Dromaeosauridae para Franco (*op. cit.*).

Apesar da altura total do dente exceder o valor máximo descrito para o Agrupamento Taxonômico C, os valores de inclinação da carena em relação à base e dentículos por milímetro são compartilhados pelos dentes deste grupo, segundo Franco (1999). Somado a isto se tem a presença de dentículos da Classe 3 na carena anterior, aqui utilizada como único recurso para classificação. Portanto, prefere-se tratá-lo como associado ao Agrupamento Taxonômico C de Franco (*op. cit.*).



Figura 88. Dente V16, em vista labial.



Figura 89. Dente V16, em vista lingual.

#### 9.4. MATERIAIS ASSOCIÁVEIS A TITANOSAURIA

##### **Vértebra Caudal / Titanosauridae**

(LF-007)

H.art: 950 mm

A.art: 110 mm

H.t: 110 mm

L.t: 90 mm

Localidade: Arredores de Flórida Paulista, SP

##### Descrição preliminar

Vértebra caudal procélica (Figura 90), portanto com segurança associável a Titanosauria.

Superfície articular anterior deformada ventralmente, com uma das bordas se alongando mais que as outras, tal como em *Saltasaurus*. Pré e pós-zigapófises fragmentadas em suas terminações e superfície de articulação posterior ausente. Canal neural com 55 mm de comprimento e 35 mm de diâmetro.

Não é possível visualizar nenhum dos processos transversos, porém de certo modo observa-se onde se encontravam. Todos se concentram acima do centro vertebral.

Pré-zigapófise inclinada posteriormente, quase paralela ao centro vertebral, devido à deformação sofrida possivelmente durante a fossilização. Lâmina infrapré-zigapofiseal presente na face lateral direita, mas mostra-se fragmentada na lateral esquerda.

Pleurocelos bem evidentes, paralelos e situados acima no centro vertebral, ligados por uma abertura derivada de uma fragmentação. Presença de dois forâmens na entrada do pleurocelo, mais evidentes na face lateral direita e pouco na esquerda (Figura 91).

Lâmina infra-diapofiseal presente. Presença de forâmen na base desta lâmina infra-diapofiseal, em ambas as faces do centro vertebral. Lâmina espinopré-zigapofiseal fragmentada e quase ausente. Diapófise também ausente.

Se observada em vista dorsal, nesta vértebra ocorrem dois forâmens, um em cada lado do espinho neural, à frente de onde se encontraria a diapófise.

Em vista anterior esta vértebra é semelhante à equivalente média caudal de *Saltasaurus loricatus*.

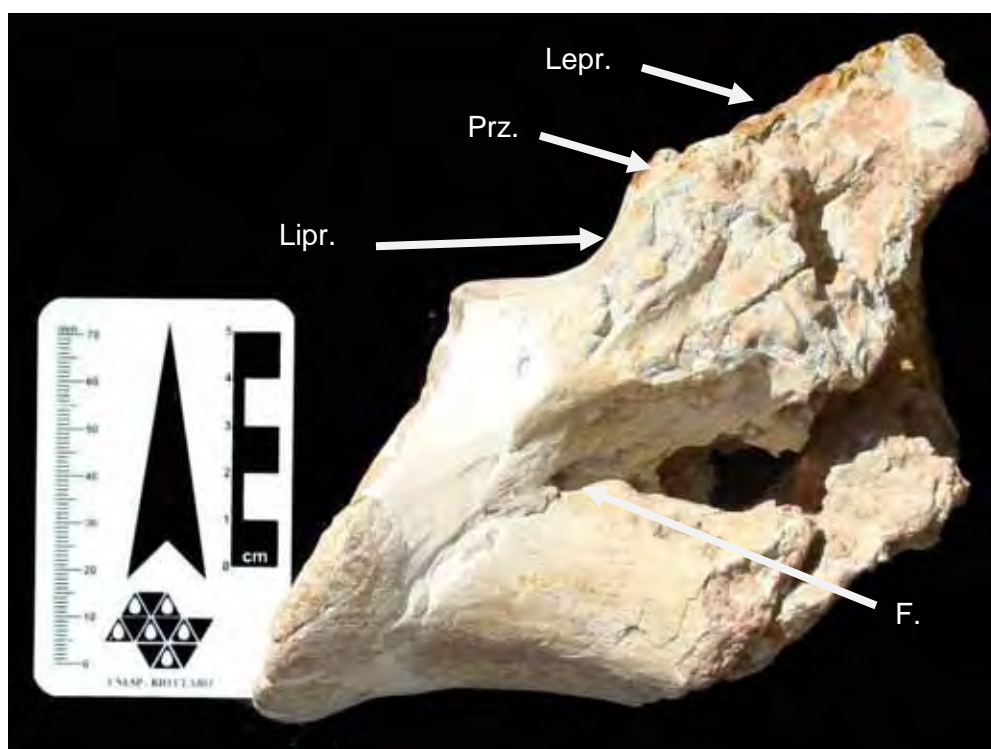


Figura 90. Vértebra caudal (LF-007), em vista lateral esquerda.

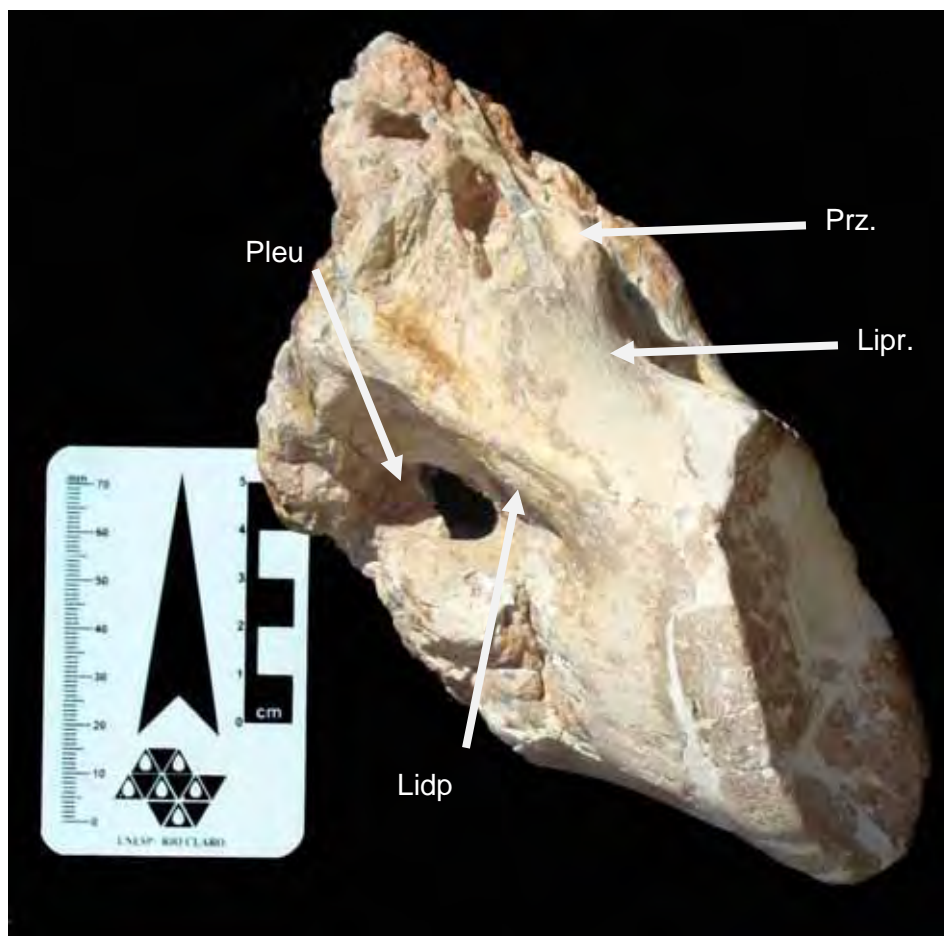


Figura 91. Vértebra caudal (LF-007), em vista lateral direita.

### Centro de Vértebra / Titanosauridae

(LF-008)

H.art: 50 mm

A.art: 70 mm

L.t: 85 mm

L.S/art: 80 mm

Localidade: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### Descrição preliminar

O material consiste em um centro de vértebra caudal procélica (Figura 92) de Titanosauria. Não se observam estruturas sobre este centro de vértebra, apenas a porção ventral do arco neural, mas estando ausente sua região dorsal.

Não foi possível identificar, de maneira evidente, qualquer das lâminas. Talvez a lâmina infra-prezigapofiseal, ou a lâmina pré-diapofiseal ocorreria em ambos os lados.

Abaixo de ambos os segmentos ventrais do arco neural ocorre, mais acentuadamente na face lateral esquerda, uma depressão acima da qual poderia situar-se uma possível lâmina pré-zigapofiseal.

Também é observada uma deformação na região esquerda da superfície de articulação anterior, deixando-a mais alongada.



Figura 92. Centro de vértebra caudal (LF-008), em vista lateral direita.

**Centro de Vértebra / Titanosauridae**

(LF-009)

H.art: 50 mm

A.art: 60 mm

L.t: 100 mm

L.S/art: 120 mm

Localidade: Arredores de Flórida Paulista, SP

**Descrição preliminar**

O material consiste de um centro de vértebra, sem estruturas claramente observáveis (Figura 93). Ocorrem apenas indícios dos arcos neurais. É levemente achatado, tanto dorso-ventralmente quanto látero-medialmente. Mas o achatamento é mais evidente dorso-ventralmente, originando superfícies semi-planas.

Em ambos os lados, sendo mais evidente no direito, ocorrem depressões abaixo de onde estaria o arco neural. Ocorre um pequeno côndilo isolado, abaixo e atrás da margem esquerda da superfície articular anterior. A margem esquerda da superfície articular é levemente mais alongada.



Figura 93. Centro de vértebra caudal (LF-009), em vista lateral direita.

**Centro de Vértebra / Titanosauridae**

(LF-010)

H.art: 370 mm

A.art: 380 mm

L.t: 51 mm

L.S/art:

Localidade: Arredores de Flórida Paulista, SP

## Descrição preliminar

Vértebra procélica (Figura 94), provavelmente uma caudal distal, devido ao tamanho, muito semelhante às caudais distais de *Neuquensaurus australis*. A superfície articular posterior está ausente. Não são observadas estruturas, apenas um provável arco neural fragmentado. Ocorre uma depressão inclinada, ao longo de toda a região dorsal, possivelmente uma fragmentação tafonômica.



Figura 94. Centro de vértebra caudal (LF-010), em vista lateral direita.

**Púbis direito / Titanosauria**

(LF-011)

L: 400 mm

Ap: 500 mm

Am: 260 mm

Local: Fazenda Santana, Florida Paulista, SP

## Descrição preliminar

O material encontra-se em estado precário de preservação, dificultando a investigação, mas pode ser identificado como a porção proximal de um púbis direito de Titanosauria (Figura 95). Ainda necessita de alguma preparação, pois existe muita rocha sedimentar associada à peça.

É possível observar o foramem obturador, na região anterior do púbis. Acima dele existe uma curva saliente, que aparenta alguma continuidade. Está ausente a porção distal do púbis. O posicionamento destes elementos morfológicos assemelha-se ao apresentado por Wilson & Sereno (1998) para um púbis de *Camarasaurus*.

Foi feita uma tentativa de reconstrução deste púbis (Figura 96), tendo como base aquele de *Camarasaurus* (Figura 97), por apresentarem algumas semelhanças, como o forâmen aberto.



Figura 95. Região proximal de púbis direito de Titanosauria (LF-011), em vista lateral.

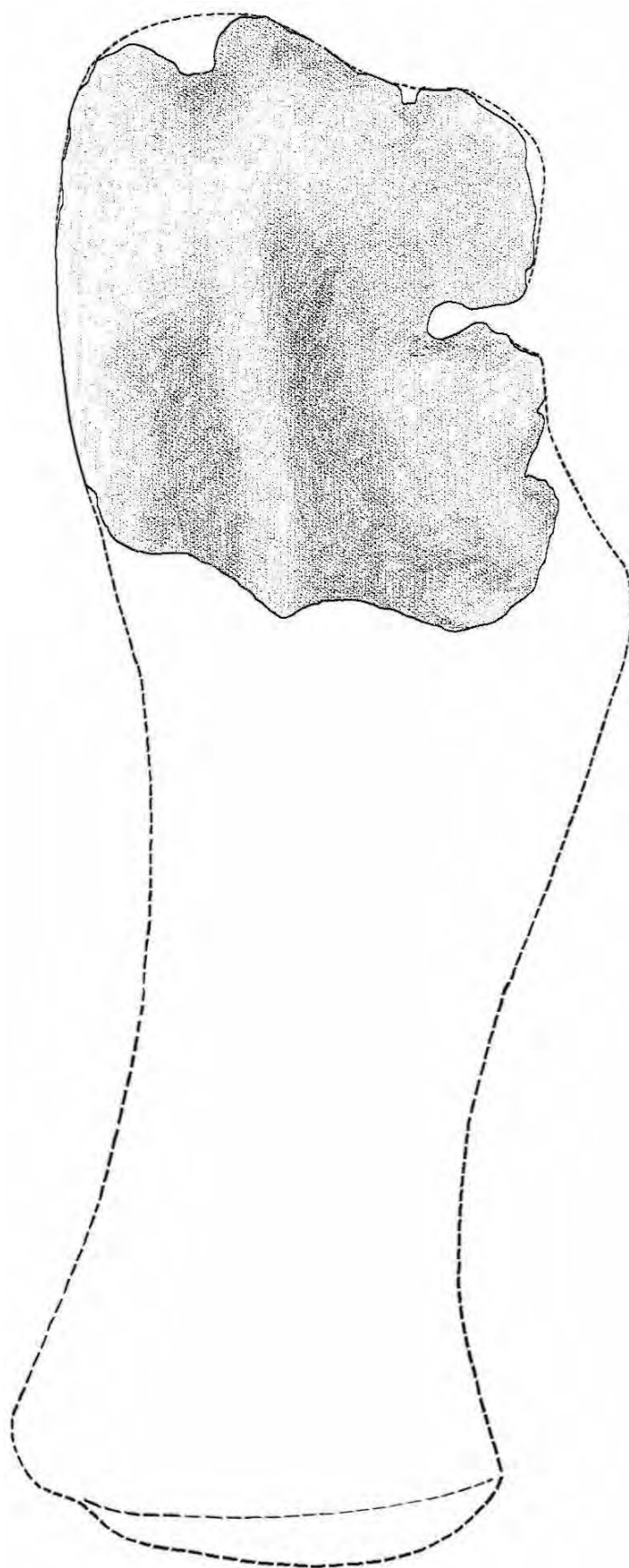


Figura 96. Reconstrução do púbis direito LF-011, tomando-se como base o equivalente de *Camarasaurus*.

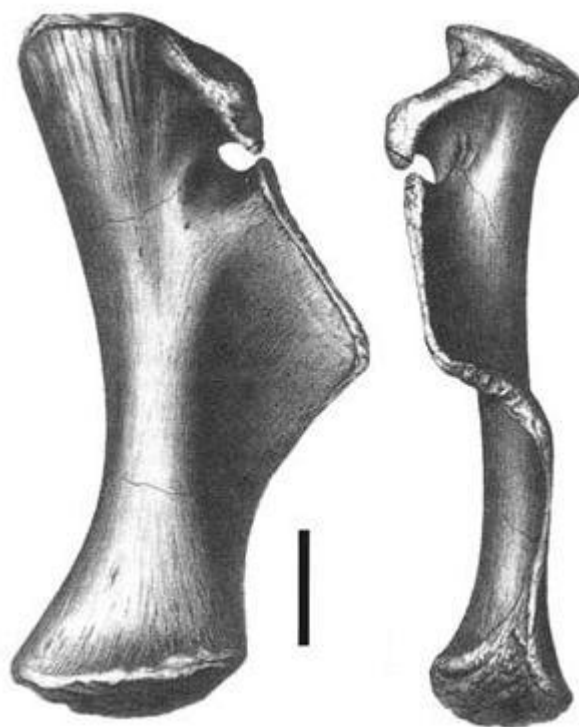


Figura 97 Púbis direito de *Camarasaurus*, vista lateral e posterior (retirado de WILSON & SERENO, 1998 *apud* SANTUCCI, 2005). Barra de escala = 10cm.

### **Ísquio direito / Titanosauria**

(LF-012)

L: 490 mm

Am: 200 mm

Local: Fazenda Santana, Flórida Paulista, SP

#### Descrição preliminar

O material consiste em uma peça com 490 mm de comprimento, terminada em uma extremidade fraturada e em uma lâmina danificada. Abaixo desta lâmina ocorre uma depressão suave, que se continua no restante do espécimen (Figura 98). No começo desta lâmina ocorre uma entrada, formando um ângulo reto com ela, aparentemente podendo constituir a continuidade de um forâmen. As partes superior

e inferior da lâmina não exibem sinais de fragmentação ou indicações de pontos de articulação. Pode tratar-se de uma lâmina isquiática.

Este material foi encontrado associado com LF-011.



Figura 98. Fragmento de ísquio direito de Titanosauria (LF-012), em vista lateral.

### **Costela**

(LF-1V)

L: 950 mm

Pm: 83 mm

Local: Fazenda Santana, Flórida Paulista, SP

A costela se encontra fragmentada em várias partes. Ambas as extremidades estão ausentes (Figura 99).

**Costela / Titanosauria**

(LF- 2V)

L: 1000mm

Pm: 110mm

Local: Fazenda Santana, Florida Paulista, SP

## Descrição preliminar

O espécimen apresenta vários pontos de fratura, mas conserva a região proximal, e a região de articulação com a vértebra (Figura 99), que se apresenta como um arco bifurcado, estando uma das extremidades ausentes, mas a outra exibe alguma extensão. Esta costela apresenta-se mais grossa que as outras duas, tratadas abaixo, mostrando poucas diferenças ao longo do comprimento.

**Costela / Titanosauria**

(LF-3V)

L: 870 mm

Pm: 90 mm

Local: Fazenda Santana, Florida Paulista, SP

## Descrição preliminar

O espécimen preserva um trecho de sua porção proximal, a porção distal estando ausente (Figura 99). Mostra-se uniforme em largura até a metade preservada, sua largura aumentando a partir desta região, porém se tornando mais achatada.



Figura 99. Costelas de Titanosauria: (A) LF-1V; (B) LF-2V; (C) LF-3V.

### **Costela / Titanosauria**

(LF-4V)

L: 580 mm

Ap: 50 mm

Ad: 50 mm

Pm: 135 mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

### **Descrição preliminar**

O material apresenta-se bastante fragmentado, consistindo apenas da porção média da costela, faltando região proximal, área de junção com as vértebras, extremidade distal (Figura 100). Diversas porções fragmentadas estão presentes, sendo possível determinar sete pontos de fratura, todos relativamente bem preparados, com exceção de uma fragmentação central. Apresenta-se levemente curva em comprimento, e elíptica, se observada dorsal ou ventralmente.



Figura 100. Costela de Titanosauria (LF-4V).

### **Úmero Direito / Titanosauria**

(LF-001)

L: 790 mm (?)

AP: 280 mm

Ad: 190 mm

Pm: 300 mm (?)

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### Descrição preliminar

As medidas do material são 280 mm para a largura máxima na epífise proximal, 140 mm na largura máxima da epífise distal (figuras 101 e 102). Entretanto, comprimento máximo e perímetro mínimo da seção cruzada do eixo, podem não estar corretos, devido ao espécimen apresentar-se fragmentado na diáfise, quando as medidas foram obtidas, sendo posteriormente restaurado. Morfologias e dimensões apresentadas apontam este úmero direito como pertencente a um Titanosauria.

A crista deltopeitoral apresenta-se elevada e pouco fraturada, margeando a face anterior do úmero. A concavidade coracobraquial é bastante acentuada e bem

delimitada, sendo curta, côncava e profunda, como ocorre em *Saltasaurus*. A área de inserção do músculo coracobraquial está bem preservada e é muito saliente.

As faces anterior e posterior da epífise proximal estão pouco danificadas. A diáfise está completamente fragmentada e fraturada, em termos práticos separando o úmero em duas partes. A epífise distal se encontra bem preservada, com os pontos de articulação rádio-ulna conservados e pouco danificados. Ocorre uma lâmina na região anterior da epífise distal, ao lado do côndilo da articulação rádio-ulna, mostrando 110 mm de comprimento e 20 mm de altura.

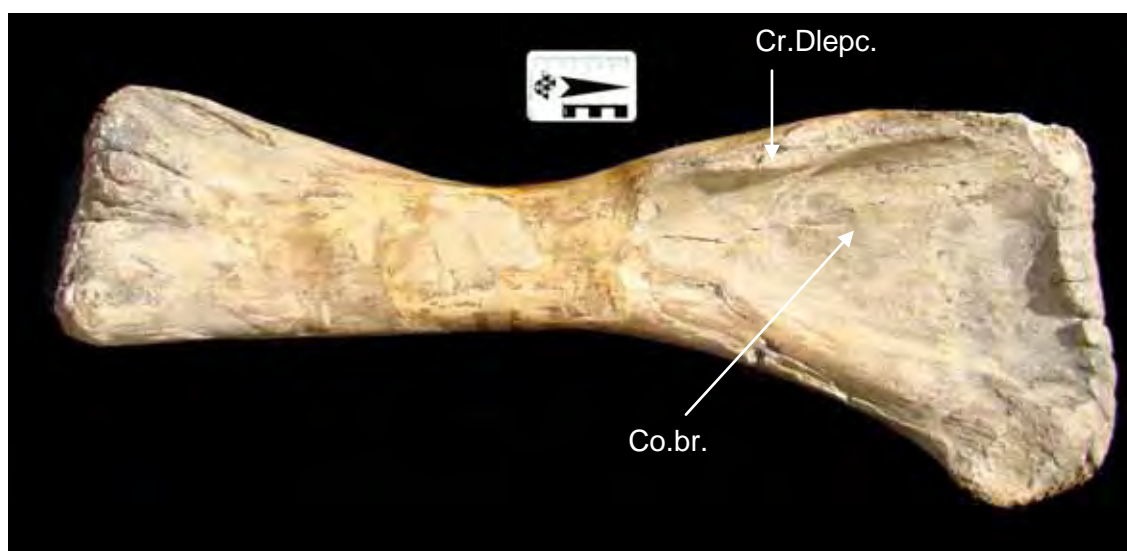


Figura 101. Úmero direito (LF-001), em vista medial.



Figura 102. Úmero direito (LF-001), em vista lateral.

### **Úmero Esquerdo / Titanosauria**

(LF-002)

L: 800 mm

Ap: 270 mm

Ad: 190 mm

Pm: 330 mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### Descrição preliminar

O material apresenta cerca de 800 mm de comprimento, possuindo 270 mm de largura na epífise proximal e 190 mm de largura na epífise distal, com 330 mm no perímetro mínimo no eixo da diáfise (figuras 103 e 104). Morfologias e dimensões apresentadas apontam este úmero como pertencente a um Titanosauria.

O espécimen apresenta-se bastante danificado em sua extensão, com diversas rachaduras. Parte da região da epífise proximal foi colada com gesso. Por sua vez a diáfise também foi preparada, tendo sido colada à epífise proximal.

A margem da concavidade da região posterior da epífise proximal é pouco marcada, progressivamente se juntando ao corpo do úmero.

Em vista anterior, a área de inserção da musculatura coracobraquial apresenta-se fraturada. A região entre o ponto de inserção da musculatura coracobraquial, e a parte superior da epífise proximal é côncava, longa e rasa.

A crista deltopeitoral mostra-se mais saliente que em *Saltasaurus*, aproximando-se da morfologia observada em *Argyrosaurus*. A crista deltopeitoral não atinge a margem externa da face anterior.

A face posterior da epífise distal está danificada, até a região da articulação rádio-ulna. É possível observar, ao lado dos pontos de articulação rádio-ulna, na face anterior, uma pequena lâmina, que se estende até o final da epífise distal. Apesar de fragmentada, esta lâmina possui 100 mm de comprimento e pelo menos 20 mm de altura, em seu ponto mais elevado.

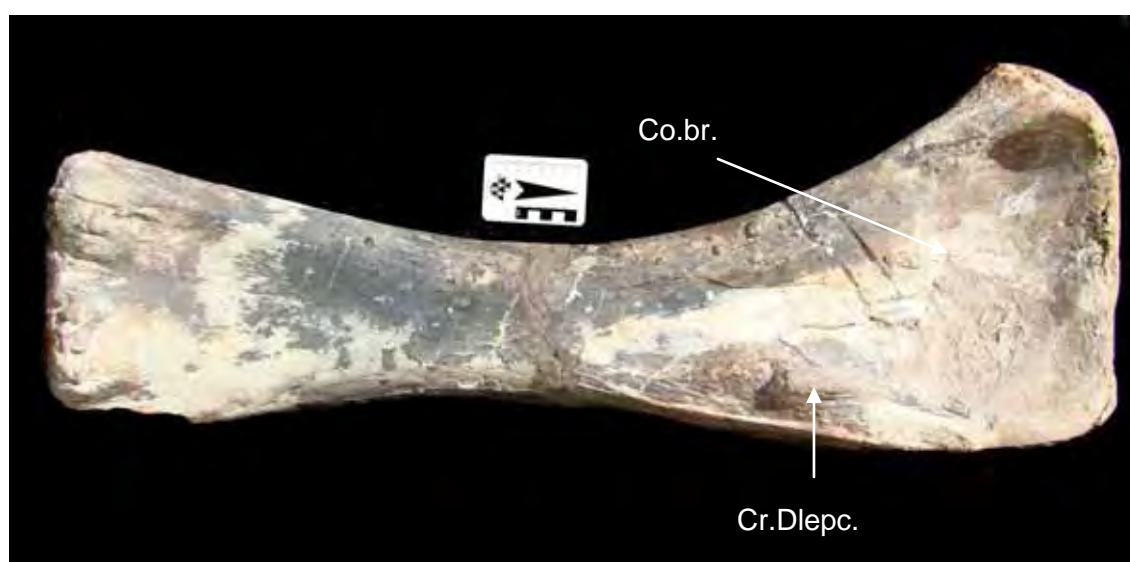


Figura 103. Úmero esquerdo (LF-002), em vista medial.



Figura 104. Úmero esquerdo (LF-002), em vista lateral.

### **Úmero Esquerdo / Titanosauria**

(LF-006)

L: 430 mm

Ap: 190 mm

Ad: 170 mm

Pm: 320 mm

Local: Arredores de Lucélia, SP

#### Descrição preliminar

O material consiste de um úmero esquerdo de Titanosauria, bem fragmentado. Esta identificação se justifica pelas características morfológicas, como a bem delimitada margem inferior da fossa coracobraquial, e as dimensões (Figura 105). Apesar de fragmentado, e com as epífises ausentes, as medidas conseguidas mostram que se tratava de um osso robusto e colunar.

Apresenta-se achatado lateral e medianamente, sua face anterior se mostrando mais reta e achatada que a posterior. Esta região posterior se apresenta mais alongada e reta. Por esta razão seria um úmero esquerdo.

É possível observar parte da crista deltopeitoral e o início da concavidade da fossa coracobraquial. Não é possível visualizar a área de inserção do músculo coracobraquial.

Como a epífise distal é ausente, não se observam os pontos de articulação rádio-ulna.

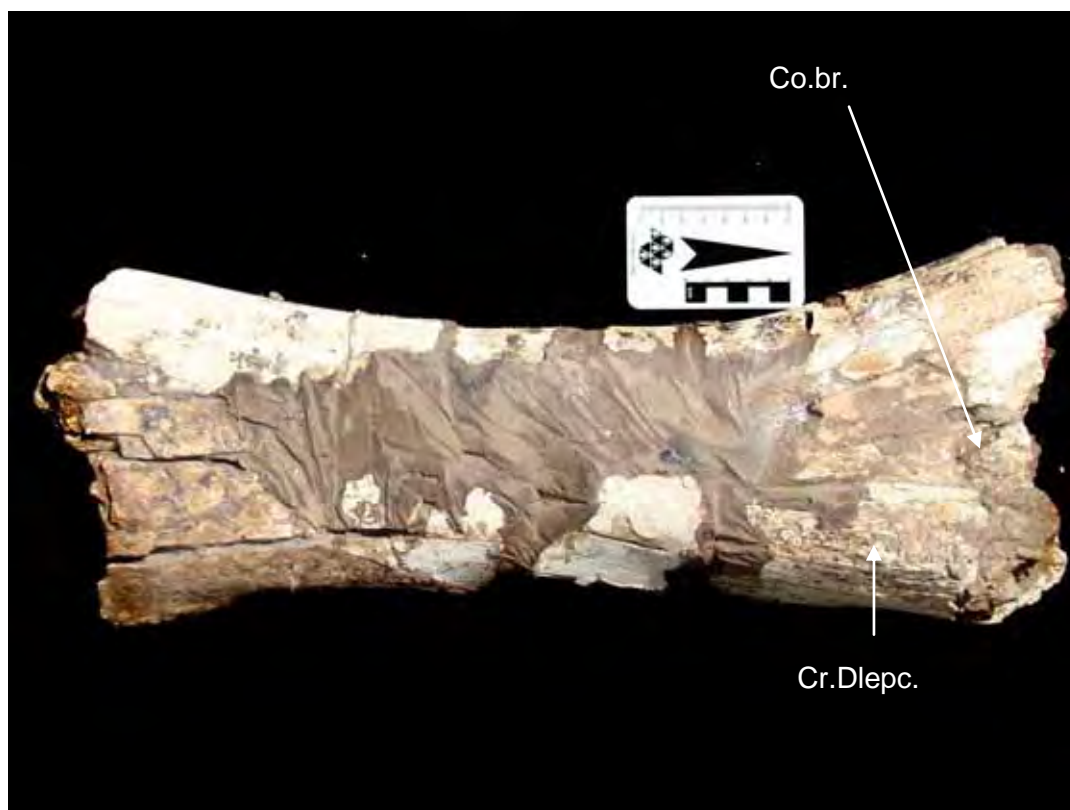


Figura 105. Úmero esquerdo (LF-006), em vista medial.

### **Fêmur Direito / Titanosauria**

(LF-003)

L: 1000 mm

Ap: 260 mm

Ad: 260 mm

Pm: 380 mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

#### Descrição preliminar

O fêmur apresenta 1000 mm de comprimento, com 260 mm de largura máxima, tanto na epífise proximal, quanto na distal (figuras 106 e 107). O perímetro mínimo na diáfise é 380 mm. Em vista anterior o côndilo femoral se estende para esquerda medial, portanto trata-se do fêmur direito de um Titanosauria.

Apresenta-se bastante fragmentado em 3 pontos. Entre a epífise proximal e a diáfise e entre esta e a epífise distal. Faltam diversos fragmentos complementares nestas áreas de fraturas.

A área de articulação na epífise proximal, a cabeça do fêmur, está ausente na maior parte e coberta com gesso, indicando uma fratura, com posterior tentativa de restauração durante a preparação.

O grande trocanter também está danificado e coberto de gesso. A proeminência lateral do grande trocanter é bem discreta, sendo pouco saliente. O côndilo medial apresenta-se saliente e pouco danificado. A região do quarto trocanter encontra-se danificada.

Ocorre abaixo da cabeça do fêmur, e ao lado do quarto trocanter, uma área mais plana, achatada e levemente destacada, possivelmente um ponto de inserção muscular.

Os pontos de articulação com tibia-fíbula encontram-se bem preservados, apesar da presença de gesso no côndilo medial da fossa intercondilar.



Figura 106. Fêmur direito (LF-003), em vista anterior.



Figura 107. Fêmur direito (LF-003), em vista posterior.

**Tíbia Direita / Titanosauria**

(LF-005)

L: 200mm

Ap: 200mm

Local: Arredores de Flórida Paulista, SP

**Descrição preliminar**

Consiste de uma epífise proximal de osso longo, possivelmente uma tíbia direita (Figura 108). Apresenta formato e características semelhantes à tíbia direita de *Titanosaurus*, como apresentada por Powell (2003).

Na face posterior é possível observar os pontos de articulação para os côndilos femorais. A crista cnemial encontra-se preservada, apesar de ocorrerem algumas fraturas leves. A depressão situada na região posterior da crista cnemial é acentuada.

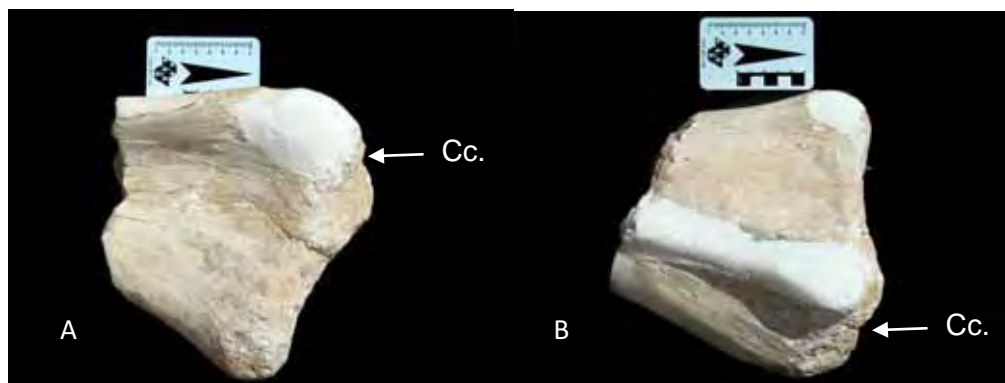


Figura 108. Tibia direita (LF-005). (A) vista posterior; (B) vista fibular.

## 10. DISCUSSÃO

### 10.1. Considerações gerais

Os trabalhos de campo, desenvolvidos para esta Dissertação de Mestrado, localizaram cinco novos afloramentos, onde foram estudados, tendo sido realizadas coletas. Os assim nomeados Ponto 35, Ponto 36, Ponto 37, Ponto 38 e Ponto 39, são formados por arenitos finos com matriz lamítica, apresentando estratificações / laminações cruzadas ou plano-paralelas. O material fóssil encontrado em sua maioria está fragmentado, muitas vezes em tamanhos pequenos. Peças maiores incluem ossos longos, fragmentos de costelas ou elementos apendiculares pouco preservados. A fragmentação dos materiais fósseis pode ser resultante do retrabalhamento sofrido por estes restos.

O Ponto 35 ocorre próximo à terceira litofácies, proposta por Andrade (2002), representando um nível de água considerado “normal” para um rio *braided*. O Ponto 36 ocorre próximo aos pontos 20 e 24 de Andrade (*op. cit.*), onde ocorre a sexta litofácies proposta pela autora, caracterizada por níveis conglomeráticos, que indicariam um aumento do nível de energia da bacia.

O Ponto 37 ocorre próximo ao Ponto 19, também representados como a terceira litofácies, proposta por Andrade (2002). O Ponto 38 localiza-se próximo dos pontos 27 e 28 de Andrade (*op. cit.*), sendo portanto localizado na terceira litofácies. A autora ainda coloca estas localidades como representativas de um período de seca, responsável pela diminuição da extensão dos canais, mostrando como evidências as fácies sílticas que ocorrem nestes pontos. Uma exposição prolongada poderia estar associada aos momentos de seca, seguidos pelas inundações durante os períodos úmidos.

A fossilização em ambientes aquáticos é mais factível, a proximidade com eles explicaria as significativas quantidade e diversidade de materiais de vertebrados encontrados na área de investigação. Organismos que vivem próximos a corpos de água possuem maior probabilidade de fossilização. Dessa maneira, alguns grupos de crocodylomorfos, como notossuquianos e baurussúquidos, bem como dinossauros teropodomorfos, seriam relativamente raros no registro fóssil da região, por conta de seus hábitos continentais terrestres. Por seu lado, metassuquianos

anfíbios e talvez titanossauros seriam mais comuns por preferirem habitats mais próximos de ambientes flúvio-lacustres.

Porém eventuais restos de maniraptoriformes seriam mais frágeis que os equivalentes de crocodylomorfos e titanossauros, sendo assim mais facilmente destruídos durante o tempo que ficaram expostos na interface água / sedimento. Esses períodos de exposição, seguidos de soterramento ocasionado por inundações, estão de acordo com algumas interpretações geológicas de que o ambiente era semi-árido, com um clima quente e úmido e períodos secos (FERNANDES, 1998).

Dodson *et al.* (1980) também afirmam que a presença de uma cobertura vegetal densa seria útil, como proteção dos restos animais contra o ataque de necrófagos de grande porte, como abelissauros, além de dificultar o transporte para além do local de morte. Dessa maneira, uma vez que os fósseis dos pontos de coleta se apresentavam fragmentados e dispersos, poder-se-ia afirmar que não haveria uma cobertura vegetal extensa protegendo-os.

Esta vegetação esparsa pode ter influenciado no tamanho dos titanossauros, tendo visto a disponibilidade alimentar. Estes animais apresentariam proporções mais discretas, quando comparados com espécimens de outros pontos da bacia.

Os materiais **LF-001, LF-002, LF-003, LF-005, LF-007, LF-008; LF-009; LF-010; LF-013; LF-015; LF-016; LF-017, LF-1V; LF-2V; LF-3V; LF-4V; V003; DF-1; DF-2; DF-3; DF-4** aqui, preliminarmente, descritos, não puderam ter sua localização exata determinada, pois foram doações vindas de uma coleção particular, e tal informação infelizmente se perdeu. No entanto, se sabe que vieram dos arredores do município de Flórida Paulista, mas não há como dizer exatamente de quais afloramentos.

Alguns dos elementos ósseos de Titanosauria (**LF-003, LF-005, LF-007, LF-008, LF-009, LF-010, LF-1V, LF-2V, LF-3V, LF-4V**) apresentam uma coloração esbranquiçada, provável resultado de uma alta concentração de carbonato de cálcio no ambiente durante a fossilização. Tal fato não havia ainda sido observado em materiais provenientes de afloramentos dentro dos limites do município de Flórida Paulista. As implicações ficam em aberto, uma vez que pouco se sabe sobre os afloramentos onde se deu a coleta.

## 10.2. Testudinos

Testudinos são representados, na área do trabalho, por fragmentos de carapaças e plastrões. Apesar de expressivos no registro local, não ocorrem materiais diagnósticos. Isto talvez ocorra devido a um longo tempo de exposição dos restos, o que teria propiciado fragmentação e transporte pela correnteza.

**LF-016** é um xifiplastrão, sendo possível observar restos da cintura pélvica. No entanto, o material ainda está com sua extremidade ventral associada à rocha matriz. Este fato, somado ao fato de tratar-se apenas de parte de um fragmento de plastrão, impossibilitou uma identificação mais precisa.

## 10.3. Crocodylomorfa

Crocodylomorfa, o segundo grupo de vertebrados de maior importância para a Formação Adamantina é, relativamente, pouco representado na região de investigação, ocorrendo restos de crânios e, especialmente, dentes isolados. Não há dúvida, no entanto, de que ocupavam um nicho importante, por conta da quantidade de elementos dentários encontrados em todos os afloramentos.

Apenas uma espécie de crocodylomorfos é formalmente conhecida na área de investigação, *Stratiosuchus maxhechti* (CAMPOS *et al.*, 2001). Foi encontrada em um afloramento, ainda não identificado, situado no perímetro urbano da cidade de Irapuru.

**LF-014** é descrito neste trabalho como um fragmento anterior do crânio de um crocodyliforme, mas não pode ser associado a *Stratiosuchus maxhechti*, por apresentar a ornamentação em pequenas cavidades, não presente em ossos do crânio de *S. maxhechti* (CAMPOS *et al.*, 2001).

**V003** morfologicamente se aproxima de um surangular de baurussúquido, embora não possa ser confirmada sua associação a qualquer morfótipo previamente descrito.

**LF-015** se trata de uma epífise de osso longo, possivelmente pertencente a Crocodyliformes, sua classificação sendo bastante problemática por se tratar de um elemento ósseo não diagnóstico. Entre os dois côndilos ocorre uma curvatura que pode indicar um ponto de articulação próximo do observado em tíbias, e seria o

ponto de articulação com os côndilos femorais. Levando-se em conta esta possibilidade, o espécimen seria uma epífise proximal de tibia.

A morfologia dentária de **V1**, **V2** e **V3** se apresenta semelhante à dos dentes descritos para Dromaeosauridae por Currie *et al.* (1990), enquanto suas serrilhas, apesar de se aproximarem daquelas presentes neste grupo, guardam alguma semelhança com os Troodontidae. Os esquemas das seções transversais basais de **V1**, **V2** e **V3** se apresentam quase circulares, o que para Maniraptora é algo fora do esperado, pois seus dentes, usualmente são elípticos ou laminares.

Seguindo Franco (1999), **V1**, **V2** e **V3** foram classificados, inicialmente, como pertencentes aos Dromaeosauridae, por conterem características similares a dentes enquadrados neste grupo pela autora. Comparando-se ao tamanho do maior dente de Troodontidae descrito (**V14**), com 26 mm, seria possível considerar que os três exemplares deste trabalho (**V1**, **V2**, **V3**), considerados, preliminarmente, como dromeossauros, na verdade pertençam a outro grupo, ou talvez a um novo agrupamento taxonômico.

Entretanto, nestes dentes foram registradas alturas elevadas, acima daquelas registradas por Franco (1999) para este grupo. O maior dente relatado por Franco (*op. cit.*) para Dromeosauridae possui altura total de 17 mm, enquanto os maiores, aqui preliminarmente descritos (**V1**, **V2**, **V3**), possuem entre 25 mm e 33 mm.

Uma segunda análise revelou diferenças na forma dos dentículos, que ocupam todo o espaço das carenas, pelo próprio formato laminar dos dentes. Em **V1**, **V2** e **V3** os dentículos ocupavam apenas uma faixa central das carenas anterior e posterior, por conta do formato mais oval / circular destes elementos dentários. Analisando-se o desenho da seção transversal basal se verificou que se apresentam mais circulares, semelhantes aos dentes de crocodylomorfos baurussúquidos. Deste modo, tais dentes são apresentados nesse trabalho como pertencentes à Baurusuchidae, devido a sua altura elevada e morfologia basal circular.

Uma análise em Microscopia Eletrônica de Varredura deve ser feita, para confirmar uma possível diferença no padrão dos dentículos. Auxiliaria grandemente, na diferenciação Baurusuchidae / Maniraptoriformes, em especial no âmbito deste último grupo.

Alguns dos Crocodyliformes da Formação Adamantina, especialmente notossuquianos e baurussuquianos, eram predadores continentais terrestres, sendo caçadores / predadores, mas também, eventualmente, se alimentando de carcaças.

Estas atividades alimentares ocasionavam a perda de dentes e, provavelmente, morfótipos como *Stratiotosuchus maxhechti* ocupavam o nicho que se sobrepunha àquele dos grandes Theropoda, ocorrendo competição em alguns casos.

#### 10.4. Maniraptora

Também expressivamente representados por dentes na região de investigação, ocorrem os dinossauros teropodomorfos maniraptoriformes, constituindo essencialmente dois grupos, Dromaeosauridae e Troodontidae.

Norell & Makovicky (2007) incorporam os morfótipos pertencentes aos Velociraptoridae nos Dromaeosauridae. Neste trabalho, a taxonomia clássica não foi considerada, pois, devido as diferenças existentes entre as morfologias dentárias de Dromaeosauridae e Velociraptoridae, ambos os grupos foram considerados válidos.

Bertini (1993) relata evidências de endemismo biótico no âmbito da paleofauna do Grupo Bauru. Franco (1999) realizou um trabalho sistemático baseado em dentes isolados de Maniraptoriformes, terminando por registrar quatro agrupamentos taxonômicos não registrados em outros locais, que talvez confirmassem este endemismo. Tais agrupamentos foram identificados por Franco (*op. cit.*) como (a) Agrupamento Taxonômico A = dentes com ausência de dentículos; (b) Agrupamento Taxonômico B = dentes sem dentículos devido a desgaste; (c) Agrupamento Taxonômico C = dentículos curtos, com topo reto em forma de arco; (d) Agrupamento Taxonômico D = presença de carena dupla.

Na área de estudo foram identificados três dentes de Velociraptoridae (**V4**, **V9**, **V11**), quatro de Dromaeosauridae (**V5**, **V6**, **V12**, **V15**), quatro de Troodontidae (**V7**, **V8**, **V10**, **V14**; **V17**), um do Agrupamento Taxonômico B (**V13**) e um do Agrupamento Taxonômico C (**V16**).

Os dentes encontrados, associados aos maniraptoriformes, estão fragmentados em seus ápices e bases. Isto pode ter sido causado por transporte, mas a ausência de elementos ósseos associados a estes dentes, quase sempre com a base fragmentada, indicaria que teriam sido perdidos durante atividades alimentares.

Os dentes de Troodontidae aqui descritos apresentam uma altura total elevada, quando comparada com os equivalentes, descritos para o grupo por Currie *et al.* (1990). Franco (1999) também descreveu dentes com a altura TCH alto, sugerindo a

possibilidade de serem troodontídeos maiores que outros exemplares conhecidos. Isto poderia também refletir um endemismo do grupo, na Formação Adamantina.

Até o momento não foram, comprovadamente, identificados materiais ósseos fossilizados destes animais. Mesmos os fragmentos aqui apresentados (**LF-013**, **LF-016**, **DF-01**, **DF-02**, **DF-03**, **DF-04**) não podem ser, seguramente, associados aos Maniraptoriformes. Talvez devido a seus hábitos, relativamente distantes de corpos de água, e à fragilidade dos ossos, após a morte os restos eram fragmentados e destruídos por transporte e / ou necrofagia.

#### 10.5. Titanossauros

As evidências fósseis de titanossauros, encontradas na área de estudo, não permitem a identificação de morfótipo (s) específico (s). A classificação de gênero (s) e espécie (s), no âmbito do grupo, depende de vértebras bem preservadas, que apresentem elementos anatômicos / morfológicos diagnósticos. Os elementos vertebrais encontrados estão fragmentados, carecendo de estruturas significativas.

Os elementos ósseos encontrados em melhor estado são ossos longos, costelas, restos de cintura pélvica ou apendiculares. Permitiriam, talvez, uma comparação aproximada com morfótipos previamente descritos, mas com poucos resultados definitivos e sólidos.

Na região ocorre uma única espécie formalmente descrita, *Adamantisaurus mezzalirai* (SANTUCCI & BERTINI, 2006), cujo holótipo se trata de um conjunto de vértebras caudais articuladas, duas hemapófises e um fêmur isolado. Como nenhum conjunto de vértebras caudais diagnósticas foi encontrado se torna difícil uma comparação com o material desse trabalho, e portanto quase uma impossibilidade se considerar uma aproximação taxonômica entre esta *A. mezzalirai* e os restos de titanossauros prospectados nos afloramentos aqui descritos.

Devido à posição da lâmina, que formaria o acetábulo do fêmur, foi possível identificar que **LF-012** se trata de um púbis direito. Uma vez que o ísquio foi encontrado associado a ele, pode-se tratar do mesmo animal, e portanto este espécimen constituiria um ísquio direito. Esses fragmentos poderiam permitir comparações futuras com materiais argentinos, eventualmente com *Saltasaurus* (BONAPARTE & POWELL, 1980).

De *Saltasaurus* se conhecem um púbis direito incompleto (faltando metade da região distal) e dois púbis (direito e esquerdo) incompletos, estando ausentes as regiões proximais (BONAPARTE & POWELL, 1980).

Comparações com materiais nacionais seriam possíveis com *Gondwanatitan* (KELLNER & AZEVEDO, 1999), que apresenta fragmentos de ísquios e púbis. Da Formação Adamantina, na região de Ibirá, restos pélvicos são noticiados por GHILARDI & FERNANDES (2008), no entanto tais comparações não teriam um valor taxonômico relevante.

Curiosamente, a presença do forâmen aberto permitiu uma aproximação comparativa com o púbis de *Camarasaurus*, com isto se tornando possível uma reconstrução aproximada de **LF-012**. Entretanto, deve ser lembrado que existem diferenças significativas, cronológicas e paleobiogeográficas, inviabilizando qualquer tentativa de comparações.

Os materiais de vertebrados fósseis registrados na área de estudo apontam para um ecossistema cujos possíveis principais consumidores primários seriam os saurópodos titanossauros. O clima semi-árido, com ocasionais secas, deveria limitar a disponibilidade de alimento, o que teria possibilitado a estes animais um tamanho mais discreto em relação a outros morfótipos da Bacia Bauru.

## 11. CONCLUSÕES

Cinco novas localidades fossilíferas foram encontradas, contendo em sua maioria materiais bastante fragmentados de testudinos e titanossauros, além de dentes de crocodylomorfos e dinossauros Maniraptora. Os seguintes afloramentos são acrescentados à lista previamente conhecida: (a) Ponto 35, (b) Ponto 36, (c) Ponto 37, (d) Ponto 38 e (e) Ponto 39, somando-se aqueles, anteriormente, listados por Bertini (1993), Santucci (1999) e Andrade (2002).

De modo geral estes afloramentos são formados por arenitos finos com matriz lamítica selecionada, apresentando estratificações e laminações cruzadas. A proximidade com as litofácies propostas por Andrade (2002) apontam para uma ambiência com períodos de seca, seguidos por prováveis aumentos do nível de água, considerado normal para um rio *braided*.

O paleoambiente da região, durante o Neo-Cretáceo, era um conjunto de rios entrelaçados, com planícies de inundação e, eventualmente, lagos, com alternância de períodos úmidos e secos (FERNANDES & COIMBRA, 2000), que se abriam em pequenos deltas, alimentando os ambientes lacustres da Formação Araçatuba (PAULA E SILVA *et al.*, 2005) em um clima semi-árido, com pouca vegetação.

De maneira geral, os se fósseis encontram fragmentados e desarticulados, devido a uma provável exposição prolongada antes do soterramento. Talvez tenham morrido, especialmente, em épocas secas, o que permitiria ação intempérica, de necrófagos e transporte anterior à diagênese. Neste ambiente, testudinos e titanossauros habitariam as proximidades dos corpos de água, enquanto crocodylomorfos e teropodomorfos deles se aproximariam apenas para alimentação, caça ou necrofagia.

A ausência de elementos ósseos de Theropoda, porém, a expressiva quantidade de dentes comprovariam que estes animais não habitavam junto ao curso de rios ou margens de lagos, aproximando-se somente para alimentação. Eventuais restos ósseos podem ter sido destruídos por intemperismo, necrofagia e transporte, também devido à fragilidade dos mesmos.

Alguns materiais não tiveram seu afloramento de origem localizado com precisão, mas foram coletados nos arredores do Município de Flórida Paulista. São eles: **LF-001, LF-002, LF-003, LF-005, LF-007, LF-008; LF-009; LF-010; LF-013;**

**LF-015; LF-016; LF-017, LF-1V; LF-2V; LF-3V; LF-4V; V3; DF-1; DF-2; DF-3; DF-4.**

Dos materiais acima listados **LF-003, LF-005, LF-007, LF-008, LF-009, LF-010, LF-1V, LF-2V, LF-3V** e **LF-4V** apresentam cor esbranquiçada, proveniente da alta concentração de carbonato de cálcio nos ambientes onde ocorreram as fossilizações.

O único resto diagnóstico de testudino se trata de um xifiplastrão direito (**LF-017**). Não foi possível determinar a qual grupo ou espécie este material pertence, por ainda estar associado à rocha matriz, necessitando-se de preparação adicional.

No âmbito dos crocodyliformes foram identificados:

- (a) um fragmento de crânio (**LF-014**), apresentando as ornamentações superficiais típicas dos crocodylomorfos, possivelmente, tratando-se de um pré-maxilar, mas não relacionado à *Stratiotosuchus maxhecti*;
- (b) um provável surangular (**V003**), muito fraturado e mal preservado, possivelmente, pertencente a um baurussúquido;
- (c) vinte e seis dentes isolados, dissociados de crânios e / ou mandíbulas, demonstrando uma eventual significativa presença do grupo na região de estudo.
- (d) uma epífise proximal de osso longo (**LF-015**), tratando-se de um fêmur.

Em relação aos materiais de Maniraptora foram identificados:

- (a) um provável fragmento craniano (**LF-013**);
- (b) uma epífise de osso apendicular (**LF-016**), tratando-se de uma tíbia;
- (c) quatro diáfises de ossos apendiculares (**DF-1; DF-2; DF-3; DF-4**);
- (d) quatorze dentes, dos quais três associáveis a Velociraptoridae (**V4; V9; V11**), quatro a Droameosauridae (**V5; V6; V12; V15**), cinco a Troodontidae (**V7; V8; V10; V14; V17**); um relacionável ao Agrupamento Taxonômico B (**V13**) de Franco (1999); um ao Agrupamento Taxonômico C (**V16**) de Franco (*op. cit.*).

Uma vez que os fragmentos ósseos não puderam seguramente ser confirmados como pertencentes aos Maniraptora, este grupo se mostrou expressivo, especialmente, por meio de dentes agrupados de Droameosauridae, Velociraptoridae, Troodontidae e outros quatro agrupamentos taxonômicos, os quais representariam uma comprovação do endemismo da paleofauna local (BERTINI, 1993; FRANCO, 1999).

Os dentes pertencentes à Troodontidae apresentam um tamanho elevado quando comparados àqueles de Currie *et al.* (1990), mas próximos aos descritos por

Franco (1999). Isto poderia indicar que os troodontes da Formação Adamantina seriam, relativamente, maiores que os espécimens de outros locais.

Os dentes **V1**, **V2** e **V3** seriam associáveis aos Baurusuchidae, devido à sua base circular e à altura muito acima da esperada para dentes de Maniraptoriformes. Elementos dentários de dinossauros carnívoros em sua maioria são laminares, com base elíptica e serrilhas que se inserem, usualmente, na borda da carena, enquanto que em Baurusuchidae se iniciam no centro da carena, como observado nos espécimens mencionados.

Entre os titanossauros foram identificados:

- (a) uma vértebra caudal isolada (**LF-007**);
- (b) três centros de vértebras (**LF-008; LF-009; LF-010**);
- (c) um púbis direito (**LF-012**);
- (d) um ísquio direito (**LF-013**);
- (e) quatro costelas (**LF-1V; LF-2V; LF-3V; LF-4V**);
- (f) um úmero direito (**LF-001**);
- (g) dois úmeros esquerdos (**LF-002. LF-006**);
- (h) um fêmur direito (**LF-003**);
- (i) uma tíbia direita (**LF-005**).

Os titanossauros se mostraram um grupo expressivo na área de estudos, apresentando uma quantidade importante de materiais recolhidos. Infelizmente, não existem vértebras preservadas o suficiente para possibilitar uma identificação mais acurada ou associação com a única espécie descrita para a região, *Adamantisaurus mezzalirai*. Os elementos pélvicos e apendiculares podem ser utilizados em comparações com materiais argentinos (*Saltasaurus*) e nacionais (*Gondwanatitan*), bem como outros morfótipos que apresentem estruturas similares. No entanto, tais comparações terão valor taxonômico relativo. Os morfótipos da região apresentam um tamanho menor em relação a outros titanossauros da Bacia Bauru, como *Aeolosaurus* proveniente de Monte Alto. Isto teria relação com o ambiente semi-árido regional, que reduziria a disponibilidade de alimento.

## 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M.; BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro. *Boletim Divisão Geologia Mineralogia (Rio de Janeiro)*, DNPM, N° 143, 1-96 p., 1953.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; DAVINO, A.; HARALY, N. L. E. Informações geofísicas sobre o Oeste mineiro e seu significado geotectônico. *Anais Academia Brasileira de Ciências (Rio de Janeiro)*, V. 52, N° 1, p. 49-60, 1980.
- ALMEIDA, E. B., AVILLA, L. S., CANDEIRO, C. R. A. Restos caudais associados a Titanosauridae do Cretáceo Superior da Formação Adamantina, Bacia Bauru, Município do Prata - MG. *In: Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 18, 2003, Brasília, *Boletim de Resumos 18° Congresso Brasileiro de Paleontologia*. Brasília: 2003, p. 36.
- ALVES, K. *Levantamento dos moluscos fósseis e respectivos afloramentos do Grupo Bauru (Cretáceo Superior, Bacia Bauru, Brasil)*. 29 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Faculdade de Ciências, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.
- ANDRADE, L. R. M. Levantamento litofaciológico e paleobiológico, com interpretações paleoecológicas, em sedimentos da Bacia Bauru - Cretáceo Superior, ao longo da rodovia SP294, entre as cidades de Adamantina e Dracena. 2002. 105 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Rio Claro, 2002.
- 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 Sphagesauridae. *Historical Biology*, V. 20, p. 101-136, 2008.
- ARID F. M.; VIZOTTO L. D. Sobre vertebrados fósseis no Município de Ibirá, São Paulo. *Ciência e Cultura*, V. 15, N° 3, p. 181-182, 1963.
- ARID, F. M.; VIZOTTO, L. D. Um quelônio fóssil de São José do Rio Preto. *Ciência e Cultura*. V. 18, p. 422-428, 1966.
- ARID, F. M. A Formação Bauru na região Norte-Occidental do Estado de São Paulo. *Geociências*, N° 1, p. 126, São José do Rio Preto, 1967.

- ARID, F. M.; VIZOTTO, L. D. *Antarctosaurus brasiliensis*, um novo saurópodo do Cretáceo Superior do Sul do Brasil. *In; Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 25, 1971, São Paulo, *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1971, p. 297-305.
- ARRUDA, J. T.; CARVALHO, I. S.; VASCONCELLOS, F. M. Baurussuquídeos da Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*. V. 27, p. 64-74, 2004.
- AZEVEDO, S. A. K.; KELLNER, A. W. A. A titanosaurid (Dinosauria, Sauropoda) osteoderm from the Upper Cretaceous of Minas Gerais, Brazil. *Boletim do Museu Nacional*, V. 44, p. 1-6, 1998.
- BAKKER, R. The dinosaur heresis. Middlesex, Penguin Books. 481 p, 1986.
- BARCELOS, J. H. *Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru, baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista, e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo*. Rio Claro, 1984, 190 p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1984.
- BARCELOS J. H.; SUGUIO K. Correlação e extensão das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru definida em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e. Paraná. *In: SBG / Núcleo SP, Simpósio Regional de Geologia*, 6, 1987, Rio Claro, Atas, Rio Claro, V. 1, p. 313-321.
- BARCELOS J. H., LANDIM P. M. B., SUGUIO K. Análise estratigráfica das sequências cretácicas do Triângulo Mineiro (MG), e suas correlações com as do Estado de São Paulo. *In: SBG / Núcleo SP, Simpósio Regional de Geologia*, 3, 1981, Curitiba, Atas, V. 2, p. 90-102.
- BARCELOS, J. H.; SUGUIO, K. ; GODOY, A. M.; HIRATA, R. A.; CONTIJO, R. C. Aspectos litoestratigráficos da Formação Uberaba, Cretáceo da Bacia do Paraná. *Geociências*, V. 5 / 6, p. 31-42, 1987.
- BARSBOLD, R. On taphonomy of joint burying of juvenile dinosaurs and some aspects of their Ecology. *Trudy Sovimistaia Sovietskaia - Monographia Paleontologia Ekspeditiya*. V. 24, p. 121-125 (em russo, com sumário em inglês), 1983.
- BATEZELLI, A. *Redefinição estratigráfica da Unidade Araçatuba, de sua extensão regional na Bacia Bauru no Estado de São Paulo*. 1998, 110 p.

- Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.
- BATEZELLI, A. *Análise da sedimentação cretácica no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes*. 2003, 183 p. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. Tese (Doutorado em Geociências), 2003.
- BATEZELLI, A.; SAAD, A. R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; PERINOTTO, J. A. J.; FÚLFARO, V. J.; Análise estratigráfica aplicada à Formação Araçatuba (Grupo Bauru - KS) no Centro-Oeste do Estado de São Paulo. *Geociências*, V. 22, N° Especial, p. 5-19, 2003.
- BATEZELLI, A.; GOMES, N. S.; PERINOTTO, J. A. Petrografia e evolução diagenética dos arenitos das porções Norte e Nordeste da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). *Revista Brasileira de Geociências*, V. 35, p. 311-322, 2005.
- BENTON, M. J. *Vertebrate Paleontology*. 2ª ed. Blackwell Science Limited: 452 p, 2000.
- BENTON, M. J.; CLARK, J. Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia. *In*: BENTON, M. J. (ed.). *The Phylogeny and Classification of Tetrapods*. V. 1, Amphibians, Reptiles, Birds. Clarendon Press, Oxford: p. 289-332, 1988.
- BERTINI, R. J. *Paleobiologia do Grupo Bauru, Cretáceo Superior continental da Bacia do Paraná, com ênfase em sua fauna de amniotas*. 1993. 493 p. Tese (Doutoramento) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.
- BERTINI, R. J. Comments on the fossil amniotes from the Adamantina and Marília formations, continental Upper Cretaceous of the Paraná Basin, Southeastern Brazil (Part 2: Saurischia, Ornithischia, Mammalia, Conclusions and Final Considerations). *In*: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 3., 1994, Rio Claro. Boletim... Rio Claro: UNESP, 1994. p. 101-104.
- BERTINI, R. J., Evidências de Abelisauridae (Carnosauria: Saurischia) do Neo-Cretáceo da Bacia do Paraná. *In*: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 4, 1996, Boletim..., 1996, p. 267-271.

- BERTINI, R. J., Répteis, Capítulo 30. *In*: CARVALHO, I. S. (Editor) 2007. Paleontologia. Editora Interciência. p. 781-816.
- BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M. Titanosaurids (Saurischia, Sauropoda) from Southeastern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, V. 20, N° 3, p. 56A-57A, 2000.
- BERTINI, R. J.; FRANCO-ROSAS, A. C. Equívocos na identificação de materiais "dinossaurianos", encontrados no Cretáceo Superior continental do Grupo Bauru, Oeste do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 18, 2003, *Boletim...*, 2003, p. 70-71.
- BERTINI, R. J.; FRANCO, A. C.; TOLEDO, C. E.; ARRUDA CAMPOS, A. C. Theropod teeth from Adamantina Formation, Upper Cretaceous of São Paulo State. Analysis of the dental morphology. *Boletim de Resumos 15º Congresso Brasileiro de Paleontologia, São Pedro*, p. 103, 1997.
- BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M.; ARRUDA-CAMPOS, A. C. First occurrence of *Aeolosaurus* (Sauropoda, Titanosauridae) in the Bauru Group of the Paraná Basin, Brazil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 16., 1999, Crato. *Boletim de Resumos...Crato*: URCA, 1999. p. 27-28, 1999 a.
- BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M.; RIBEIRO, L. C. B. O titanossáurido *Aeolosaurus* sp. (Saurischia, Sauropoda) no Membro Serra da Galga da Formação Marília, Grupo Bauru do Triângulo Mineiro. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 6., 1999, São Pedro. *Boletim de Resumos... São Pedro*: UNESP, p. 78, 1999b..
- BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M.; RIBEIRO, L. C. B.; ARRUDA-CAMPOS, A. C. 2000. *Aeolosaurus* (Sauropoda, Titanosauria) from the Upper Cretaceous of Brazil. *In*: JORNADAS ARGENTINAS DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 16., 2000, San Luis. *Actas...* San Luis: APA, 2000. p. 6.
- BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R.M.; ARRUDA-CAMPOS, A. C. Titanossauros (Sauropoda: Saurischia) no Cretáceo Superior continental (Formação Marília, Membro Echaporã) de Monte Alto, Estado de São Paulo, e correlação com formas associadas ao Triângulo Mineiro. *Geociências*, V. 20, N° 1, p. 93-103, 2001.

- BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M.; TOLEDO, C. E. V.; MENEGAZZO, M. C. Taphonomy and depositional history of an Upper Cretaceous turtle-bearing outcrop from the Adamantina Formation Southwestern São Paulo State. *Revista Brasileira de Paleontologia*, V. 9, N° 2, p. 181-186, 2006.
- BONAPARTE, J. F. History of the terrestrial Cretaceous vertebrates of Gondwana. In: BONAPARTE, J. F. (Editor). Evolucion de los vertebrados mesozoicos. Actas IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Mendoza, Argentina. V. 2: 63-95, 1986.
- BONAPARTE, J. F. Dinosaurios de América del Sur. Buenos Aires, Museo Argentino de Ciencias Naturales, 174 p., 1994.
- BONAPARTE, J. F.; POWELL, J. E. A continental assemblage of tetrapodes from the Upper Cretaceous beds of El Brete, Northwestern Argentina (Sauropoda-Coelurosauria-Carnosauria-Aves). *Mémoires Société Géologique de France*, N.S. 139: 19-28, 1980.
- BONAPARTE, J. F.; CORIA, J. O. Un nuevo y gigantesco saurópodo titanosaurido de la Formación Rio Limay (Albiano-Cenomaniano) de la Provincia de Neuquén, Argentina. *Ameghiniana*, V. 30, N° 3, p. 271-282, 1993.
- BRANDT NETO, M.; PETRI, S.; COIMBRA, A.M. Considerações sobre a Estratigrafia e ambiente de sedimentação da Formação Bauru. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, 1978, Recife. Anais... Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978, p. 557-566.
- BRANDT NETO, M., BERTINI, R. J., MANZINI, F. F.; NOTOYA, E. Y. Evidência de um novo Crocodylomorpha "Mesosuchia" no Grupo Bauru, proveniente da região de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17, 2001, Rio Branco. *Boletim de Resumos...*, Rio Branco, 2001. Universidade Federal do Acre, p. 152.
- BRINKMAN, D. L.; CIFELLI, R. L.; CZAPLEWSKI, N. J. First occurrence of *Deinonychus antirrhopus* (Dinosauria: Theropoda) from the Antlers Formation (Lower Cretaceous: Aptian-Albian) of Oklahoma. *Oklahoma Geological Survey Bulletin* V. 146, p. 1-27, 1998.
- CALVO, J. O.; SALGADO, L. *Rebbachisaurus tessonei* sp. nov. A new Sauropoda from the Albian - Cenomanian of Argentina: new evidence on the origin of the Diplodocidae. *Gaia*, V. 11, p. 13-33, 1995.

- CAMPOS, D. A.; KELLNER, A. W. A. On some sauropod (Titanosauridae) pelvises from the continental Cretaceous of Brazil. *In: GONDWANA DINOSAUR SYMPOSIUM, 2.*, 1999, Tokyo. *Proceedings...* Tokyo: National Science Museum Monographs, 1999. p. 143-166.
- CAMPOS, D. A.; SUAREZ, J. M.; RIFF, D.; KELLNER, A. W. A. Short note on a new Baurusuchidae (Crocodyliformes, Metasuchia) from the Upper Cretaceous of Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Geologia*, Rio de Janeiro, 57:1-7, 2001.
- CAMPOS, D. A.; KELLNER, A. W. A.; BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M. On a titanosaur (Dinosauria, Sauropoda, Titanosauridae) vertebral column from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, V. 63, N° 3, p. 565-593, 2005.
- CANDEIRO, C. R. A., 2002. *Dentes de Theropoda da Formação Marília (Santoniano-Maastrichtiano), Bacia Bauru, Região de Peirópolis, Minas Gerais*. 2002, 115 p., Dissertação (Mestrado em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- CARROLL, R. L. Vertebrate Paleontology and Evolution. 1ª ed. New York, W. H. Freeman and Company. 698 p, 1988.
- 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*, V. 7, p. 975-1002, 2004.
- CHATTERJEE, S. The rise of birds: 225 millions years of evolution. Johns Hopkins University Press, Baltimore, p. 312, 1997.
- COE, M. J.; DILCHER, D. L.; FARLOW, J. O.; JARZEN, D. M.; RUSSEL, D. A. Dinosaurs and land plants. *In: FRIIS, E. M.; CHALONER, W. G.; CRANE, P. R.* (eds.). The origins of angiosperms and their biological consequences, Cambridge: Cambridge University Press, p. 225-258, 1987.
- COIMBRA A. M.; FERNANDES L. A. A Paleogeografia da Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *In: Museo Paleontológico Egidio Feruglio, Congreso Argentino Paleontología Bioestratigrafía*, 6, Actas, p. 85-90, 1994.
- CURRIE, P. J. Bird-like characteristics of the jaws and teeth of troodontid theropods (Dinosauria, Saurischia). *Journal of Vertebrate Paleontology* V. 7, p. 72-81, 1987.

- CURRIE, P. J. New information on the Anatomy and relationships of *Dromaeosaurus albertensis* (Dinosauria: Theropoda). *Journal Vertebrate Paleontology* V. 15, p. 576-591, 1995.
- CURRIE, P. J.; RIGBY JR., J. K. ; SLOAN, R. E. Theropod teeth from the Judith River Formation of Southern Alberta, Canada. *In: CARPENTER, K. & CURRIE, P. J. (eds.). Dinosaur Systematics: Approaches and Perspectives*, Cambridge University Press, p. 107-125, 1990.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE - Plano estadual de recursos hídricos: Primeiro plano do Estado - Síntese. São Paulo, 1990. 97 p.
- DIAS-BRITO D., MUSACCHIO E. A., CASTRO J. C., MARANHÃO M. S. A. S., SUÁREZ J. M.; RODRIGUES R. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil, concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. *Revue Paléobiologie*, V. 20, N° 1, p. 245-304, 2001.
- DODSON, P.; BEHRENSMEYER, A. K.; BAKKER, R. T.; McINTOSH, J. S. Taphonomy and Paleoecology of the dinosaur beds of the Jurassic Morrison Formation. *Paleobiology*. V. 6, N° 22, p. 208-232, 1980.
- FERNANDES, L. A. *Estratigrafia e evolução geológica da parte Oriental da Bacia Bauru (KS, Brasil)*. 1998, 215 p., Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1998.
- FERNANDES, L. A. *A cobertura cretácica suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá*. 1992. 171 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1992.
- FERNANDES L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, V. 68, N° 2, p. 195-205, 1996.
- FERNANDES L. A.; COIMBRA, A. M. Estratigrafia e evolução geológica da Bacia Bauru (KS, Brasil), *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 40, 1998, Belo Horizonte, Anais, Belo Horizonte, 1998, p. 101.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte Oriental da Bacia Bauru (Neo-Cretáceo). *Revista Brasileira de Geociências*, V. 30, p. 717-728, 2000.

- FERNANDES, L. A.; GIANNINI, P. C. F.; GÓES, A. M. Araçatuba Formation: palustrine deposits from the initial sedimentation phase of the Bauru Basin. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, V. 75, N° 2, p. 173-187, 2003.
- FERREIRA, F. J. F.; MORAES, R. A. V.; FERRARI, M. P.; VIANNA, R. B.; Contribuição do estudo do alinhamento estrutural de Guapiara. *In: Simpósio Regional de Geologia*, N° 3, 1981, Curitiba, Atas...Curitiba, SBG / Núcleo SP, V. 1, p. 226-240.
- FITTIPALDI, F. C.; FERNANDES, L. A.; SIMÕES, M. G.; COIMBRA, A. M.; Primeira ocorrência de tetrápodes na Formação Santo Anastácio (Cretáceo da Bacia do Paraná). *In: Congresso Brasileiro de Zoologia*, 16, 1989, João Pessoa. *Resumos...*, João Pessoa: SBZ, 1989, p. 89-90.
- FLORENCE, G. Notas geológicas sobre o Rio Tietê, no trecho estudado pela turma em 1905. *Comissão Geográfica e Geológica. Exploração do Rio Tietê*. p. 9-15, 1907.
- FRANÇA, M. A. G.; LANGER, M. C. A new freshwater turtle (Reptilia, Pleurodira, Podocnemidae) from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) of Minas Gerais, Brazil. *Geodiversitas*, Paris, V. 27, N° 3, p. 391-411, 2005.
- FRANCO, A. C. Dentes de teropodomorfos do Cretáceo Superior da Bacia do Paraná. Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura. 1999, 113 p. Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.
- FRANCO-ROSAS, A. C.; BERTINI, R. J. Structure and ultra-structure of the dental morphology in theropodomorphs dinosaurs (Saurischia: Reptilia). Utility to taxonomy . *Proceedings XVI Meeting of the Brazilian Society for Electron Microscopy*, Caxambu, p. 688-689, 1997.
- FRANCO-ROSAS, A. C.; BERTINI, R. J.. About the presence of Dromaeosauridae (Maniraptoriformes: Saurischia) teeth in Southeastern Brazil. Paleogeographical, paleobiogeographical and chronological meanings. *In: Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 18, 2003. *Boletim de Resumos*. 2003, p. 139-140.
- FRANKLIN, C. J. *Turtles. An Extraordinary Natural History. 245 Million Years in the Making*. Voyageur Press, 160 p, 2007.

- FREITAS, R. O. Sedimentação, Estratigrafia e Tectônica da Série Bauru. *Boletim Faculdade Filosofia Ciências e Letras, USP, (São Paulo)*, N° 194, 1-185 p. (Geologia), 1955.
- GAFFNEY, E. S.; TONG, H.; MEYLAN, P. A. Evolution of the side-necked turtles: the families Bothremyidae, Euraxemydidae and Araripemydidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, V. 300, p. 1-698, 2006.
- GAUTHIER, J. A. Saurischian monophyly and the origin of birds. *In: PADIAN, K.* (ed.). *The origin of birds and the evolution of flight. Memoirs California Academy of Sciences* 8: p. 1-55, 1986.
- GAFFNEY, E. S.; MEYLAN, P. A. A phylogeny of turtles. *In: BENTON, M. J.* *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods, Volume 1: Amphibians, Reptiles, Birds, Special Volume 35A*, Clarendon Press, Oxford, p. 157-219, 1988.
- GEROTO, C. F. C. *Descrição morfológica e reconstituição paleoambiental de um titanossaurídeo (Sauropoda, Titanosauria) do Município de Flórida Paulista, SP.* 2006, 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Faculdade de Ciências, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.
- GHILARDI, A. M.; FERNANDES, M. A. Novos materiais de titanossauros (Sauropoda - Titanosauria) da Formação Adamantina na região de Ibirá, SP. *Paleontologia em Destaque - Edição Especial.* p. 104, 2008.
- GOBBO-RODRIGUES, S. R. *Carófitas e ostrácodes do Grupo Bauru, Cretáceo Superior Continental do Sudeste do Brasil.* 2002., Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.
- GOMANI, E. M. A crocodyliform from the Early Cretaceous Dinosaur Beds, Northern Malawi. *Journal Vertebrate Paleontology*, V. 17, N° 2, p. 280-294, 1997.
- GONZAGA DE CAMPOS, L. F. Reconhecimento da região compreendida entre Bauru e Itapura (Estrada de Ferro Noroeste do Brasil), São Paulo: Tipografia. Ideal, 40 p, 1905.
- HASUI Y A Formação Uberaba. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 22, 1968, Belo Horizonte, Anais, Belo Horizonte: 1968, p. 167-179.

- HOLTZ, T. R.; BRINKMAN, D. L.; CHANDLER, C. L. Denticle morphometrics and a possibly different life habit for the theropod dinosaur *Troodon*. *Journal of Vertebrate Paleontology*, V. 14 (Supplement), p. 30, 1994.
- HOLTZ, T. R.; BRINKMAN, D. L.; CHANDLER, C. L. Denticle morphometrics and a possibly omnivorous feeding habit for the theropod dinosaur *Troodon*. In: PÉREZ-MORENO, B. P.; HOLTZ, T. R. jr.; SANZ, J. L.; MORATALLA, J. J. (eds.). Aspects of Theropod Paleobiology. *Gaia*, V. 15, p. 159-166, 1998.
- HOPSON, J. A. Relative brain size and behavior in Archosauria reptiles. *Annual Review Ecology Systematics* V. 8, p. 429-488, 1977.
- HUENE, F. Los saurisquios y ornitisquios del Cretacico argentino. *Anales del Museu de La Plata*, Série 2, N° 3, p. 1-96, 1929.
- HUENE, F. Verschiedene Mesozoische Wirbeltierreste aus Südamerika. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie B* 66: p. 181-198, 1931.
- HUENE, F.; MATLEY, C. A. The Cretaceous Saurischia and Ornithischia of the Central Provinces of India. *Paleontologia Indica*. V. 21, N° 1, p. 1-74, 1933.
- HWANG, S. H.; NORELL, M. A.; JI, Q.; GAO, K. New specimens of *Microraptor zhaoianus* (Theropoda: Dromaeosauridae) from Northeastern China. *American Museum Novitates*, N° 3381, p. 1-44, 2002.
- KELLNER, A. W. A.; AZEVEDO, S. A. K. A new sauropod dinosaur (Titanosauria) from the Late Cretaceous of Brazil. In: *GONDWANA DINOSAUR SIMPOSIUM*, 2., 1999, Tokyo. *Proceedings...Tokyo: National Science Museum Monographs*, 1999. p. 111-142.
- KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A.; Brief review of dinosaur studies and perspectives in Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, V.72, N° 4, p. 509-538, 2000.
- KELLNER, A. W. A., CAMPOS, D. A., PRICE, L. I. New material of *Sphagesaurus* (Sphagesauridae, Crocodylia) from the Late Cretaceous of Brazil. In: *Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 14, 1995 Uberaba, *Actas.*, 1995, p. 70-71.
- KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A.; TROTTA, M. N. F. Description of a titanosaurid caudal series from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, V. 63, N° 3, p. 529-564, 2005.

- KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A.; AZEVEDO, S. A. K.; TROTTA, M. N. F.; HENRIQUES, D. D. R.; CRAIK, M. M. T.; SILVA, H. P. On a new titanosaur sauropod from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. *Boletim Museu Nacional, Nova Série, Geologia*, Rio de Janeiro, N° 74, p. 1-31, 2006.
- KISCHLAT, E. E.; BARBERENA, M. C.; TIMM, L. L. Considerações sobre a queloniofauna do Grupo Bauru, Neo-Cretáceo do Brasil: *In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL*, 3, 1994. Boletim, Rio Claro, UNESP, 1994, p. 105-107.
- LANDIM, P. M. B.; SOARES, P. C. Estratigrafia da Formação Caiuá. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 29, 1976, Ouro Preto, *Anais...Ouro Preto: SBG*, 1976, V. 2, p. 195-206.
- LEONARDI, G. Two new ichnofaunas, vertebrates and invertebrates, in the eolian Cretaceous sandstones of the Caiuá Formation in Northwestern Paraná. *In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL*, 1, 1977, São Paulo, *Atas...São Paulo: SBG-NSP*. 1989, p. 112-128.
- LOCKLEY, M. G.; MEYER, C. A.; SANTOS, V. F. Trackway evidence for a herd of juvenile sauropods from the Late Jurassic of Portugal. *Gaia*, N° 10, p. 27-35, 1994.
- LOPES, R. P.; BUCHMANN, F. S. C. Fossils of titanosaurs (Dinosauria, Sauropoda) from a new outcrop in Triângulo Mineiro, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira Paleontologia*, V. 11, N° 1, p. 69-72, 2008.
- MAKOVICKY, P. J.; NORELL, M. A. Troodontidae. *In: WEISHAMPEL, D. B.; DODSON, P.; OSMÓLKA, H. (eds.) The Dinosauria*, University of California Press, p. 184-195, 2007.
- MAXWELL, D. W.; OSTROM, J. H. Taphonomy and paleobiological implications of *Tenontosaurus-Deinonychus* associations. *Journal of Vertebrate Paleontology*, V. 5, p. 707-712, 1995.
- MENEGAZZO, M. C. Revisão dos testudines fósseis do Cretáceo Superior da Bacia Bauru, com a descrição preliminar de novo morfótipo. 2009 137 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2009.
- MEZZALIRA, S. Contribuição ao conhecimento da Estratigrafia e Paleontologia do Arenito Bauru. *Boletim Instituto Geografia Geologia (São Paulo)*, N° 51, p. 1-163, 1974.

- MEZZALIRA, S. Os fósseis do Estado de São Paulo. *Instituto Geológico*, São Paulo, 142 p, 1989.
- MEZZALIRA, S.; ARID, F. M.; Contribuição preliminar à Bioestratigrafia da Formação Bauru. *In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES*. São Paulo, 1980. São Paulo: SBG, Publicação Especial N° 07: 1p. 16-129, 1980.
- MILANI, E.J., 1997, Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental: Porto Alegre, Rio Grande do Sul Federal University, unpubl. PhD thesis, 255 p.
- MOHABEY, D. M. Dinosaur eggs and dung (fecal mass) from Late Cretaceous of Central India; dietary implications. *In: Recent advances in the field of Earth Sciences and their implications in national development*. Kanwar: Geological Survey of India, N° 64, p. 605-615, Special Publication Series, 2001.
- MUSSA, D. Paleobotânica: Conceituação geral e grupos fósseis. *In: I. S. Carvalho (Editor). Paleontologia V. 1, 2ª ed.: p. 413-508, 2004.*
- MEYLAN, P. A. Skeletal morphology and relationships of Early Cretaceous sidenecked turtle, *Araripemys barretoii* (Testudines: Pelomedusoides: Araripemydidae), from the Santana Formation of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, V. 16, p. 20-33, 1996.
- NORELL, M. A ; MAKOVICKY, P.J. Dromaeosauridae. *In: WEISHAMPEL, D. B.; DODSON, P.; OSMÓLKA, H. (eds.) The Dinosauria*, University of California Press, p. 196-209, 2007.
- NOVAS, F. E., BORGES RIBEIRO, L. C.; CARVALHO, I. S. Maniraptoran theropod ungual from the Marília Formation (Upper Cretaceous) Brazil. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Paleontologia*, V. 7, p. 31-36, 2005.
- OSTROM, J. H. Osteology of *Deinonychus antirrhopus*, an unusual theropod from the Lower Cretaceous of Montana. *Bulletim Peabody Museum Natural History* V. 30, p. 1-165, 1969.
- OSTROM, J. H. The ancestry of birds. *Nature* 242: p. 136, 1973.

- OSTROM, J. H. *Deinonychus*, the ultimate killing machine. In: ROSENBERG, G. D.; WOLBERG, D. L. (eds.). *Dino Festival Paleontology Society Special Publication V. 7*, p. 127-138, 1994.
- PACHECO, J. A. Notas da Geologia do Vale do Rio Grande a partir da foz do Rio Pardo até sua confluência com o Rio Paraíba. p. 33-38. In: DOURADOS, J. (ed.). *Exploração do Rio Grande e de seus afluentes*. Comissão Geográfica e Geológica, São Paulo, 44 p, 1913.
- PAULA E SILVA, F.; SAAD, A. R.; PERINOTTO, J. A. J.; FULFARO, V. J. Arquitetura deposicional do Grupo Bauru (KS) na região Sudoeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, SIMPÓSIO SOBRE EL CRETÁCICO DE AMERICA DEL SUR, 1, 1999, Serra Negra. Boletim... Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1999, p. 45-49.
- PAULA E SILVA, F. *Geologia de subsuperfície e Hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo*. 2003, 166 p., Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- PAULA E SILVA, F.; CAVAGUTI, N. Nova caracterização estratigráfica e tectônica do Mesozóico na Cidade de Bauru - SP. *Revista Geociências, UNESP*. p. 83-99, 1994.
- PAULA E SILVA F., BIANCHI NETO C., RICARDI A. E. M.; SAPIO A. J. Estudo estratigráfico do Grupo Bauru na região de Presidente Prudente, com base em perfis geofísicos de poços para água. *Revista Geociências*, V. 13, N° 1, p. 63-82, 1994.
- PAULA E SILVA, F.; CHANG, H. K; CAETANO-CHANG, M R. Perfis de referência do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. *Geociências*, V. 22: N° Especial, p. 21-32, 2003.
- PAULA E SILVA, F.; CHANG, H. K; CAETANO-CHANG, M R. Estratigrafia de subsuperfície do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, V. 35, N° 1, p. 77-88, 2005.
- PINHEIRO, A. E. P.; BERTINI, R. J.; ANDRADE, M. B. de.; NETO, R. G. A new specimen of *Stratiotosuchus maxhechti* (Baurusuchidae, Crocodyliformes) from the Adamantina Formation (Upper Cretaceous), Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*. V.11, N° 1, p. 37-50, 2008.

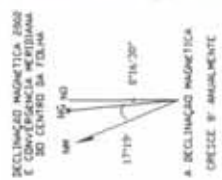
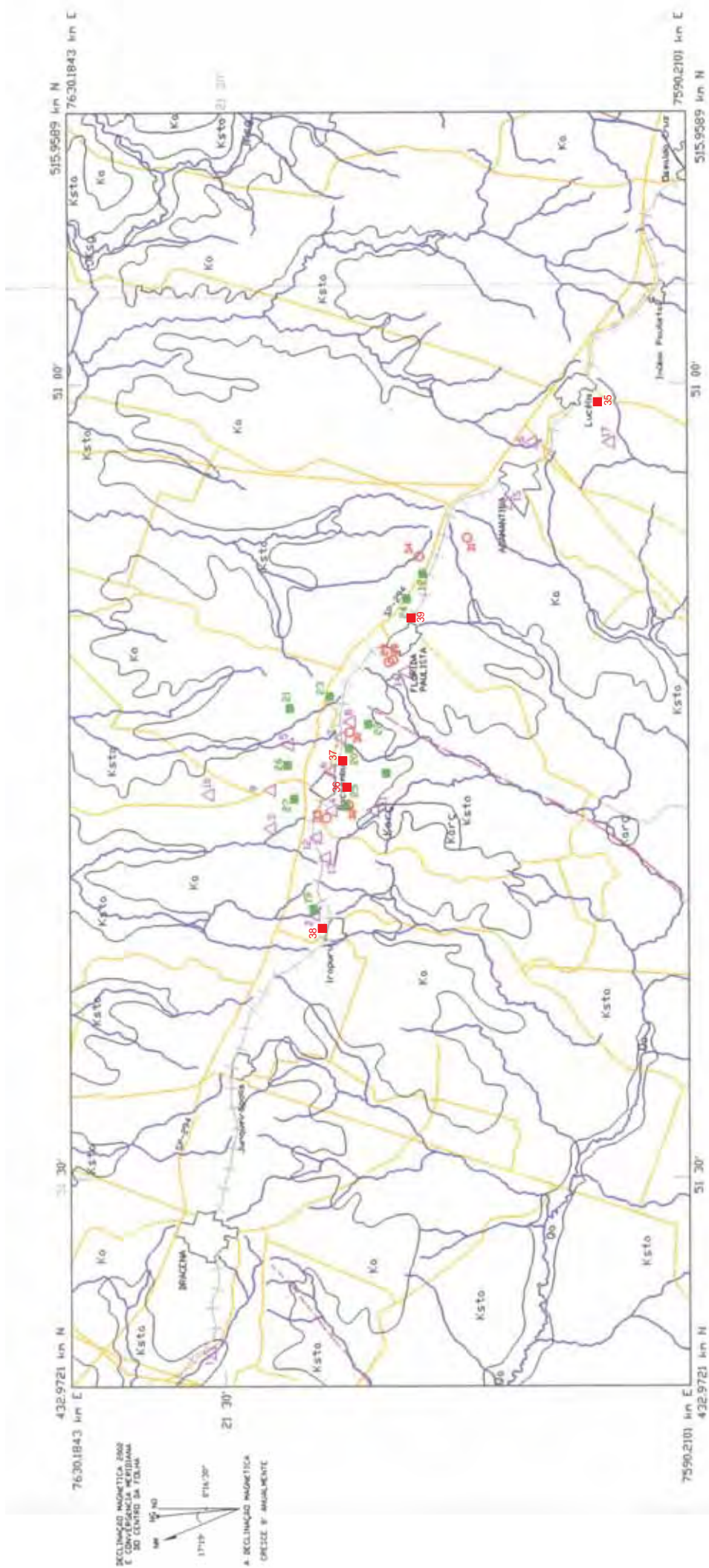
- POL, D. Basal Mesoeucrocodylian relationships: new clues to old conflicts. *Journal of Vertebrate Paleontology, Abstracts*, V. 19, p. 69A, 1999.
- POUGH, F. H.; ANDREWS, R. M.; CADLE, J. E.; CRUMP, M. L.; SAVITZKI, A. H.; WELLS, K. D. Herpetology, Prentice Halls, 2001.
- POWELL, J. E. Morfología del esqueleto axial de los dinosaurios titanosáuridos (Saurischia, Sauropoda) del Estado de Minas Gerais, Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA*, 10., 1987, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1987, p. 155-171.
- POWELL, J. E. Revision of South American titanosaurid dinosaurs: paleobiological palaeobiogeographical and phylogenetic aspects. Launceston: *Records of the Queen Victoria Museum*, N° 111, p. 173, 2003.
- PRICE, L. I. A new reptile from the Cretaceous of Brazil. *DNPM, Notas Preliminares e Estudos do Serviço Geológico e Mineralógico*, Rio de Janeiro, N° 25: 8 p., 1945.
- PRICE, L. I. Os crocodilídeos da fauna da Formação Bauru, do Cretáceo terrestre do Brasil Meridional. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, V. 22, p. 473-490, 1950.
- PRICE, L. I. Os quelônios da Formação Bauru, Cretáceo terrestre do Brasil Meridional. *DNPM, Boletim Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, V. 34, 14 p., 1953.
- RIBEIRO, L. C. B.; CARVALHO, I. S. Sítio Peirópolis e Serra da Galga, Uberaba, MG - Terra dos dinossauros do Brasil. *In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Souza, C. R. G.; Fernandes, A. C. S.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E. T.; (edits.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet em 23/07/2007 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio028/sitio028.pdf>*
- ROMER, A. S. Osteology of the reptiles. Reprint Edition. Malabar: Krieger Publishing Company, 1997, 772 p.
- ROXO, M. G. O., Reavaliação de *Thoracosaurus bahiaensis* e considerações sobre a idade da Série Bahia. *Boletim do Museu Nacional*. V. 3, p. 59-72, 1936.

- RUBEN, J. A.; JONES, T. D.; GEIST, N. R.; HILLENIOUS, W. J. Lung structure and ventilation in theropod dinosaur and early birds. *Science*, V. 278, p. 1267-1270, 1997.
- RUSSELL, D. A new specimen of *Stenonychosaurus* from the Oldman Formation (Cretaceous) of Alberta. *Canadian Journal Earth Sciences* V. 6, p. 595-612, 1969.
- RUSSELL, D. A.; SÉGUIN, R. Reconstruction of the small Cretaceous theropod *Stenonychosaurus inequalis* and a hypothetical dinosaurid. *Sylogus*, V. 37, p. 1-43, 1982.
- RUXTON, G. D.; HOUSTON, D. C. Could a *Tyrannosaurus rex* have been a scavenger rather than a predator? An energetics approach. *Proceedings Royal Society London*, N° 270, p. 731-733, 2003.
- SALGADO, L.; CORIA, R. A. El género *Aeolosaurus* (Sauropoda - Titanosauridae) en la Formación Allen (Campaniano - Maastrichtiano) de la Provincia de Río Negro, Argentina. *Ameghiniana*, V. 30, N° 2, p. 119-128, 1993.
- SALGADO, L.; CORIA, R. A.; CALVO, J. O. Evolution of titanosaurid sauropods. I: phylogenetic analysis based on the postcranial evidence. *Ameghiniana*, V. 34, N° 1, p. 3-32, 1997.
- SALGADO, L.; CARVALHO, I. S. *Uberabatitan ribeiroi*, a new titanosaur from the Marília Formation (Bauru Group, Upper Cretaceous), Minas Gerais, Brazil. *Palaeontology*, V. 51, N° 4: p. 881-901, 2008.
- SANTUCCI, R. M. *Titanossauros neocretácicos do Grupo Bauru: avaliação de ocorrências e de seu potencial paleobiogeográfico e biocronológico*. 1999, 57 p., Trabalho de Formatura (Graduação) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- SANTUCCI, R. M. Revisão dos Titanosauridae (Saurischia, Sauropoda) do Cretáceo Superior continental da Bacia Bauru. 2002. 179 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.
- SANTUCCI, R. M. *Evolução e distribuição paleogeográfica dos Titanosauria (Saurischia, Saurópoda)*. 2005. 231 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

- SANTUCCI, R. M.; BERTINI, R. J. Distribuição paleogeográfica e biocronológica dos titanossauros (Saurischia, Sauropoda) do Grupo Bauru, Cretáceo Superior do Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, V. 31, N° 3, p. 307-314, 2001.
- SANTUCCI, R. M.; BERTINI, R. J. A new titanosaur from Western São Paulo State, Upper Cretaceous Bauru Group, Southeast Brazil. *Paleontology*, V. 49, N° 1, p. 59-66, 2006.
- SEEBACHER, F. Dinosaurs body temperature: the occurrence of endothermy and ectothermy. *Paleobiology*, V. 29, N° 1, p. 105-122, 2003.
- SERENO, P. C. A rationale for phylogenetic definitions with application to the higher-level taxonomy of Dinosauria. *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie Abteilung*. V. 210, p. 41-83, 1998.
- SERENO, P. C.; WILSON, J. A.; CONRAD, J. L. New dinosaurs link Southern landmasses in the mid-Cretaceous. *Proceedings Royal Society of London*, V. B 271, p. 1325-1330, 2004.
- STEIN, D. P.; MELO, M. S.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, M. A.; HASUI, Y.; PONÇANO, W. L.; ALMEIDA, F. F. M. Geologia de parte dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. *In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA*, 2, 1979, Rio Claro. Atas... Rio Claro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1979, p. 291-306.
- SIMPSON, G. G. Skull structure of the Multituberculata. *Bulletin American Museum Natural History*, V. 73, p. 727-763, 1937.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in South Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, V. 48, p. 313-324, 1975.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Depósitos cenozóicos na região Centro-Sul do Brasil (1). *Notícias Geomorfológicas*, V. 16, N° 31, p. 17-39, 1976.
- SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J.; AMARAL, G.; SUGUIO, K.; COIMBRA, A. M.; SOBREIRO NETO, A. F.; GIANCURSI, F.; CORREA, W. A.G.; CASTRO, C. G. J. Geologia da região Sudoeste do Estado de São Paulo. *In: Simpósio Regional de Geologia*, 2, 1979, Rio Claro, Boletim de Resumos, Rio Claro, 1979, p. 307-319.
- SOARES, P. C., LANDIM, P. M. B., FULFARO, V. J.; SOBREIRO NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São

- Paulo: Grupo Bauru. *Revista Brasileira Geociências*, V. 10, p. 177-185, 1980.
- STAESCHE, K. *Podocnemis brasiliensis* n. sp. aus der Oberen Kreide Brasiliens. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie B.* V. 77, p. 291-309, 1937.
- SUAREZ, J. M. Um quelônio da Formação Bauru. *Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Geologia*, p. 167-176, 1969.
- SUGUIO, K. *Formação Bauru: calcários e sedimentos detríticos associados*. 1973, 2 volumes Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1973.
- SUGUIO, K.; FULFARO, V. J.; AMARAL, G.; GUIDORZI, L. A. Comportamentos estratigráfico e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. *In: Simpósio Regional de Geologia*, 1, 1977, São Paulo. Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1977, p. 231-247.
- TURNER, A. H.; MAKOVICKY, P. J.; NORELL, M. A. Feather quill knobs in the dinosaur *Velociraptor*. *Science*, V. 317: p. 1721, 2007.
- TYKOSKI, R. S.; ROWE, T. Ceratosauria. *In: D. B. Weishampel; P. Dodson, and H. Osmólska (eds.). The Dinosauria. Second Edition. University of California Press, Berkeley, California. p. 47-70, 2007.*
- UPCHURCH, P. The phylogenetic relationships of sauropod dinosaurs. *Zoological Journal of the Linnean Society*, V. 124, p. 43-103, 1998.
- UPCHURCH, P.; BARRET, P. M.; DODSON, P.; Sauropoda. *In: WEISHAMPEL, D. B.; DODSON, P.; OSMÓLKA, H. (eds.) The Dinosauria, University of California Press, p. 259-232, 2007.*
- VARRICHIO, D. J.; JACKSON, F.; BORKOWSKI, J. J.; HORNER, J. R. Nest and egg clutches of the dinosaur *Troodon formosus* and evolution of the avian reproductive tracts. *Nature*, V. 385, p. 247-250, 1997.
- WASHBURNE, C. W. Petroleum Geology of the State of São Paulo, Brasil. *Boletim Comissão Geográfica e Geológica (São Paulo)*, Nº 22, p. 1-282, 1930. Geologia do Petróleo no Estado de São Paulo, tradução de Joviano Pacheco. Rio de Janeiro: DNPM, 1939, 228 p.

- WILSON, J. A. Sauropod dinosaur phylogeny: critique and cladistic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, V. 136, p. 217-276, 2002.
- WILSON, J. A.; SERENO P. C. Early evolution and higher-level phylogeny of sauropod dinosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology*, V. 18, N° 2, p. 1-68, Supplement to Memoir N. 5, 1998.
- WILSON, J. A.; UPCHURCH, P. A revision of *Titanosaurus* Lydekker (Dinosauria- Sauropoda), the first dinosaur genus with a "Gondwanan" distribution. *Journal of Systematic Paleontology*, V. 1, N° 3, p. 125-160, 2003.
- WU, X-C., SUES, H-D. AND SUN, A. A plant-eating crocodyliform reptile from the Cretaceous of China. *Nature*, V. 376, p. 678-680, 1995.
- XU, X.; WANG, X. L.; WU, X. C. A dromaeosaur dinosaur with filamentous integument from the Yixian Formation of China. *Nature*. V. 401, p. 262-266, 1999.
- XU, X.; ZHOU, Z.; WANG, X. L. The smallest known non-avian theropod dinosaur. *Nature*. V. 408, p. 705-708, 2000.
- XU, X.; NORELL, M. A.; WANG, X. L.; MAKOVICKY, P. J.; WU, X. C. A basal troodontid from the Early Cretaceous of China. *Nature*. V. 415, p. 780-784, 2002.
- ZAINE, J. E.; BARBOUR, E.; NEGREIROS, J. H.; RODRIGUES, M. E.; BARRETO, M. L. K.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; OLIVEIRA, M. S.; LUZ, O. T.; ANTONINI, S. A.; MUZARDO, V. A. Geologia do Bloco 38; região de Araçatuba / Tupã. São Paulo, 1980, 2 volumes, (PAULIPETRO, Relatório, BP - 014/80).



**LEGENDA**

- Localidade Fossilífera visitada neste trabalho (2010)
- Localidade Fossilífera visitada por Andrade (2002)
- Localidade Fossilífera visitada por Santucci (1999)
- △ Localidade Fossilífera visitada por Bertini (1993)

**Quaternário**

- Qa Depósitos aluviais, areais e argilas; conglomerados na base
- Grupo Bauru - Cretáceo Superior
- Formação Adamantina
- Ka Arenitos muito finos a médios, avermelhados a creme, maciços ou estratificados (cruzados acanalados ou plano paralelos)

**Formação Araçatuba**

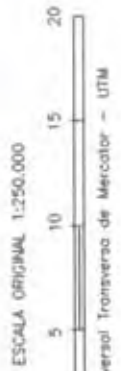
- Karç Siltitos e arenitos finos, cinza-esverdeados, maciços ou com estratificações plano-paralelas

**Formação Santo Anastácio**

- Ksta Arenitos finos amarelados com estratificações cruzadas de médio a grande portes

**CONVENÇÕES**

- Geológicas**
  - Contato litológico definido
  - Falha Infrida
- Cartográficas**
  - Rodovias
  - Ferrovias
  - Cidades
  - Distritos e Vilas
  - Drenagens



**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Departamento de Geologia Aplicada - Câmpus de Rio Claro  
Julho - 2010

**Dissertação de Mestrado**

Revisão histórica, prospecção e levantamento dos fósseis de vertebrados, especialmente Titanosauria, nas regiões fossilíferas entre Lucélia e Irapuru (Grupo Bauru, Formação Adamantina), Sucoeste do Estado de São Paulo.

**ANEXO A**

Mapa das localidades fossilíferas.  
Modificado de ANDRADE (2002)