

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

*Campus Rio Claro*

**DENTES DE AMNIOTAS DA “LAJE DO CORINGA” (FORMAÇÃO  
ALCÂNTARA, ALBO-CENOMANIANO DA BACIA DE SÃO LUÍS-  
GRAJÁÚ). IDENTIFICAÇÃO, DESCRIÇÃO, ASPECTOS  
PALEOBIOLÓGICOS, BIOCRONLÓGICOS, PALEO GEOGRÁFICOS  
E PALEOBIOGEOGRÁFICOS.**

Felipe Alves Elias

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo J. Bertini

Dissertação de Mestrado elaborada  
junto ao Programa de Pós-Graduação  
em Geociências-Área de Concentração  
em Geologia Regional, para a obtenção  
do Título de Mestre em Geociências

Rio Claro (SP)

2006

560

Elias, Felipe Alves

E42d

Dentes de amniotas da Lage do Coringa (formação Alcântara, albo-cenomaniano da Bacia de São Luís-Grajaú) : identificação, descrição, aspectos paleobiológicos, biocronológicos, paleogeográficos e paleobiogeográficos / Felipe Alves Elias. – Rio Claro : [s.n.], 2006  
223 f. : il., tabs., fots.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Orientador: Reinaldo José Bertini

1. Paleontologia. 2. Paleontologia de vertebrados. 3. Paleovertebrados. 4. Arcossauromorfos. 5. Cretáceo. 6. Ilha do Cajual. I. Título.

Comissão Examinadora

---

Prof. Dr. Reinaldo José Bertini

---

Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim

---

Profa. Dra. Dilce de Fátima Rossetti

---

Felipe Alves Elias  
aluno

Rio Claro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006

Resultado: \_\_\_\_\_

Miriam, Jair e Natalia, personificadores irrestritos do amor, responsáveis por aquilo que me tornei, em cujo sublime exemplo me espelho para ser o que sou...

... fontes eternas de inspiração, a vocês dedico este trabalho.

*“Nossa ciência, comparada com a realidade, é primitiva e infantil... no entanto, é a coisa mais preciosa que temos.”*

Albert Einstein

*“Toda ciência é uma inferência inteligente; todo apego excessivo à literalidade é uma ilusão, não um humilde respeito às evidências.”*

Stephen J. Gould

*“Se a ciência é considerada um sacerdócio fechado, muito difícil e elitista para a compreensão da pessoa média, os perigos de abuso são maiores.”*

Carl Sagan

## **AGRADECIMENTOS**

Nenhum trabalho é fruto de um esforço isolado, ainda que seu resultado final aqui se expresse através de um único indivíduo. E no momento de sua conclusão surge a oportunidade para o reconhecimento de preciosos aliados que, direta ou indiretamente, contribuíram que pudesse atingir este objetivo. Consciente de sua importância, expresso aqui os mais sinceros agradecimentos:

Ao meu orientador, Prof. Dr. Reinaldo José Bertini, por me receber de braços abertos no Município de Rio Claro e no Laboratório de Paleontologia do Departamento de Geologia Aplicada - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (DGE / IGCE / Unesp); através de seu apoio e de sua compreensão nos momentos mais difíceis ao longo do trabalho, ofereceu-me a oportunidade de uma experiência acadêmica e humana altamente edificante.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro (processo 132028/2005-0), sem o qual este estudo não seria possível.

Ao Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim (DGE / IGCE / Unesp), pela leitura crítica do texto preliminar deste estudo, que resultou em preciosas sugestões para o desenvolvimento da versão final desta dissertação.

Ao Prof. Dr. Antonio Roberto Saad (DGE / IGCE / Unesp), por seu acompanhamento sincero durante o transcorrer do meu estudo, por compartilhar comigo seu conhecimento e vasta experiência no campo da Geologia Regional e por ter contribuído, através de suas críticas, na estrutura final deste trabalho.

À Profa. Dra. Rosemarie Rohn Davies e ao Prof. Dr. José Alexandre de Jesus Perinotto (ambos do DGE / IGCE / Unesp), pelo apoio e os seus ensinamentos, que me permitiram vencer as terríveis barreiras conceituais enfrentadas por um biólogo que adentra no campo das Geociências.

Ao Prof. Dr. Manuel Alfredo Medeiros, do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), pela amizade ímpar, pela receptividade desde o início, pelo apoio irrestrito em todos os momentos e especialmente por toda a confiança em mim depositada, à qual espero sinceramente ter sido merecedor.

Ao Prof. Dr. Alexander Wilhelm Armin Kellner, do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional, representado na ocasião pela Dra. Deise Dias Rêgo Henriques e por Taissa Rodrigues Marques da Silva: agradeço-lhes a calorosa receptividade e todas as facilidades ao acesso de alguns dos exemplares de pterossauros depositados na coleção da instituição.

Ao Prof. Dr. Ismar de Souza Carvalho, do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Thiago da Silva Marinho, que me receberam de forma tão cordial e atenciosa, não promovendo qualquer restrição à observação de diversos dentes fósseis isolados provenientes da Bacia de São Luís-Grajaú e atualmente depositados na coleção da instituição da qual fazem parte.

Às colegas e amigas Eliane Pinheiro de Sousa e Darciléa Ferreira Castro, por me acolherem em minhas primeiras incursões à cidade de Rio Claro, por compartilharem comigo dificuldades - acadêmicas e pessoais - assim como pelas jamais esquecidas lições de amizade.

Aos colegas, amigos e incentivadores Marco Brandalise de Andrade, André Eduardo Piacentini Pinheiro e Rodrigo Miloni Santucci: por me receberem com carinho no seio do laboratório, pela sempre bem-vinda companhia, pela descontração em tantos momentos, pela preciosa contribuição através do fornecimento de precioso conteúdo bibliográfico e pelos ricos e gratificantes debates sobre Paleontologia, vida acadêmica, família e amigos.

Ao vários dos colegas que tive a oportunidade de conhecer e com os quais compartilhei inúmeras experiências no Laboratório de Paleontologia e no espaço do Departamento de Pós-Graduação em Geologia Regional do IGCE da Unesp de Rio Claro; por eles fui presenteado com um inigualável enriquecimento profissional e humano, através de importantes exemplos sobre a convivência dentro de um ambiente de trabalho.

A Lília Maria Dietrich-Bertini, pelo fundamental auxílio logístico, além do constante apoio em diversas etapas da evolução deste estudo, sem o qual não teria sido capaz de transpor.

Às colegas de república Daniele Naka e Graziela Chagas, com as quais compartilhei o mesmo teto durante um ano e meio em Rio Claro: agradeço sinceramente pela oportunidade de aprender tanto sobre a convivência humana.

Ao corpo técnico do IGCE da Unesp de Rio Claro e do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada à Agricultura (NAP/MEPA) / Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz” (Esalq/USP) de Piracicaba, pelo auxílio durante algumas etapas de análises laboratoriais, assim como à equipe de bibliotecários da Unesp de Rio Claro, pelo auxílio com a normatização desta dissertação.

Ao amigo e colega Luís Gustavo Ferreira de Oliveira (IGCE / Unesp), por gentilmente possibilitar meu acesso às instalações e equipamentos do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada à Agricultura (NAP/MEPA).

A toda a equipe do Departamento de Biologia da UFMA e do Centro de Pesquisa em História Natural e Arqueologia do Maranhão, além de todas as almas maravilhosas que tive a felicidade de conhecer durante minha estadia na cidade de São Luís no ano de 2003: a recepção carinhosa e o calor humano do povo maranhense jamais serão esquecidos.

Aos irmãos (não de sangue, mas de coração): Marcelo de C. Duarte, Antônio L. de Oliveira, Daniel B. das Chagas, Márcio Luis F. de Albuquerque, Bruno G. Augusta e Marcel B. Lacerda: simples amigos esperam que estejamos à sua disposição quando precisarem de nós; mas só os verdadeiros amigos esperam estar sempre por perto quando precisarmos deles.

À Renata F. da Cunha, por mudar minha vida apenas por fazer parte dela; por acreditar e persistir, mesmo diante da difícil distância.

À minha família, prova de que não existe felicidade genuína longe do lar: meus pais, Miriam Alves Cardoso Elias e Jair César Elias, e minha irmã, Natalia Alves Elias - mais do que a melhor das influências, mais do que o mais doce e sincero dos relacionamentos, seu amor e dedicação jamais serão como o vento que passa ou como a chuva que cai e desaparece; serão como a terra, sempre presente e firme quando e onde pisamos. A estas pessoas simplesmente devo tudo.

Por fim, mas de modo algum em último lugar ao Autor da Vida, que inspira meus atos e meu coração. A Ele minha gratidão sincera e infinita pelo que sou e pelo que conquistei.



## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE</b>	i
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	v
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	ix
<b>RESUMO</b>	xi
<b>ABSTRACT</b>	xii
<b>I. INTRODUÇÃO</b>	01
<b>II. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	58
<b>III. RESULTADOS</b>	81
<b>IV. DISCUSSÃO</b>	141
<b>V. CONCLUSÕES</b>	193
<b>VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	195

## ÍNDICE

<b>I. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>02</b>
1.1.1 - Objetivos principais.....	02
1.1.2 - Objetivos secundários.....	02
<b>1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO.....</b>	<b>03</b>
1.2.1 – Registro geológico da separação entre América do Sul e África.....	03
1.2.2 – Geologia da Bacia de São Luís-Grajaú.....	08
1.2.2.1 – A Bacia de São Luís-Grajaú.....	08
1.2.2.1.a – Histórico e estágio atual de conhecimento.....	10
1.2.2.1.b – Origem, arcabouço estrutural e caracterização.....	11
1.2.2.2 – Arquitetura deposicional.....	11
1.2.2.2.a – Primeiras interpretações.....	11
1.2.2.2.b – Modelo atual.....	12
A – Formações Codó e Grajaú.....	14
B – Grupo Itapecuru.....	14
B.1 – Unidade Indiferenciada.....	14
B.2 – Formação Alcântara.....	15
B.3 – Formação Cujupe.....	17
C – Formações Pirabas e Barreiras.....	17
1.2.3 – Estrutura, caracterização e importância da utilização de dentes em estudos paleontológicos de amniotas.....	18
1.2.3.1. – Contextos taxonômico e sistemático de Amniota.....	18
1.2.3.2 – Anatomia dentária.....	29
1.2.3.3 – A evolução da estrutura dentária em Amniota.....	30
1.2.3.4 – A utilização de dentes isolados em Paleobiologia.....	35
1.2.3.4.a – Hemisfério Norte.....	36
A – Aplicações taxonômicas.....	36
B – Aplicações quanto à morfologia funcional.....	38
C – Aplicações em estudos paleofisiológicos.....	39
D – Aplicações tafonômicas.....	40
1.2.3.4.b – Hemisfério Sul.....	40

A – África.....	40
B – América do Sul.....	42
C – Brasil.....	43
C.1 – Primeiros registros.....	43
C.2 – Bacia Bauru.....	44
C.3 – Bacias marginais.....	46
1.2.4 – Paleontologia da Bacia de São Luís-Grajaú.....	48
1.2.4.1 – Histórico e os principais registros.....	48
1.2.4.2 – Paleovertebrados.....	49
1.2.4.2.a – Paleoictiofauna.....	49
1.2.4.2.b – Amniotas não-arcossaurianos.....	51
1.2.4.2.c – Arcossauromorfos.....	52
A – Crocodilomorfos.....	52
B – Dinossauros.....	54
<b>II. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>58</b>
<b>2.1. MATERIAIS.....</b>	<b>58</b>
2.1.1 – Caracterização do afloramento.....	58
2.1.2 – Material fóssil da Ilha do Cajual.....	64
2.1.2.1 – Amostra analisada.....	64
2.1.2.2 – Material paleontológico de comparação.....	72
<b>2.2. METODOLOGIA APLICADA.....</b>	<b>76</b>
2.2.1 – Fase de campo.....	76
2.2.2 – Fase de laboratório.....	76
2.2.2.1 – Preparação e catalogação.....	76
2.2.2.2 – Parâmetros descritivos.....	76
2.2.2.2.a – Descrição macromorfológica.....	78
2.2.2.2.b – Descrição morfométrica.....	79
2.2.2.2.c – Descrição micromorfológica.....	79
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>81</b>
<b>3.1. DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DOS MORFÓTIPOS.....</b>	<b>81</b>
3.1.1 – Classe Morfológica 1.....	82
3.1.1.1 – Morfótipo 1.....	83
3.1.1.2 – Morfótipo 2.....	87

3.1.1.3 – Morfótipo 3.....	91
3.1.2 – Classe Morfológica 2.....	94
3.1.2.1 – Morfótipo 4.....	95
3.1.2.2 – Morfótipo 5.....	99
3.1.2.3 – Morfótipo 6.....	103
3.1.3 – Classe Morfológica 3.....	107
3.1.3.1 – Morfótipo 7.....	108
3.1.3.2 – Morfótipo 8.....	111
3.1.3.3 – Morfótipo 9.....	114
3.1.3.4 – Morfótipo 10.....	117
3.1.4 – Classe Morfológica 4.....	119
3.1.4.1 – Morfótipo 11.....	120
3.1.4.2 – Morfótipo 12.....	122
3.1.4.3 – Morfótipo 13.....	125
3.1.4.4 – Morfótipo 14.....	128
3.1.4.5 – Morfótipo 15.....	130
3.1.4.6 – Morfótipo 16.....	132
3.1.5 – Classe Morfológica 5.....	134
3.1.5.1 – Morfótipo 17.....	135
3.1.5.2 – Morfótipo 18.....	137
3.1.5.3 – Morfótipo 19.....	139
<b>IV. DISCUSSÃO.....</b>	<b>141</b>
<b>4.1. INFERÊNCIAS TAXONÔMICAS.....</b>	<b>141</b>
4.1.1 – Agrupamento taxonômico 1 (DINOSAURIA Owen, 1842).....	142
4.1.1.1 – Morfótipo 1.....	142
4.1.1.2 – Morfótipo 2.....	144
4.1.1.3 – Morfótipo 3.....	147
4.1.1.4 – Morfótipo 4.....	148
4.1.1.5 – Morfótipo 5.....	151
4.1.1.6 – Morfótipo 6.....	152
4.1.1.7 – Morfótipo 17.....	155
4.1.1.8 – Morfótipo 18.....	157
4.1.1.9 – Morfótipo 19.....	158

4.1.2 – Agrupamento taxonômico 2 (PTEROSAURIA Kaup, 1834).....	159
4.1.2.1 – Morfótipo 11.....	159
4.1.2.2 – Morfótipo 15.....	162
4.1.2.3 – Morfótipo 12.....	162
4.1.2.4 – Morfótipo 14.....	164
4.1.3 – Agrupamento taxonômico 3 (CROCODYLOMORPHA Walker, 1968).....	165
4.1.3.1 – Morfótipo 7.....	165
4.1.3.2 – Morfótipo 8.....	168
4.1.3.3 – Morfótipo 9.....	169
4.1.3.4 – Morfótipo 10.....	170
4.1.4 – Amniotas de diagnose duvidosa.....	171
4.1.4.1 – Morfótipo 13.....	172
4.1.4.2 – Morfótipo 16.....	172
<b>4.2. INFERÊNCIAS PALEOAMBIENTAIS E PALEOBIOLÓGICAS.....</b>	<b>173</b>
4.2.1 – Aspectos paleoambientais.....	173
4.2.2 – Diversidade paleobiótica.....	174
4.2.3 – Teropodomorfos.....	176
4.2.4 – Sauropodomorfos.....	182
4.2.5 – Pterossauros.....	183
4.2.6 – Crocodilomorfos.....	184
<b>4.3. ASPECTOS BIOCRONOLÓGICOS, PALEOGEOGRÁFICOS E PALEOBIOGEOGRÁFICOS.....</b>	<b>186</b>
4.3.1 – Comparação entre a Formação Alcântara e a Unidade Indiferenciada.....	186
4.3.2 – Comparação entre o registro fóssil maranhense e o norte-africano.....	187
<b>V. CONCLUSÕES.....</b>	<b>193</b>
<b>VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>195</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Reconstrução paleogeográfica dos continentes durante o Neo-Jurássico.....	04
Figura 2.	Reconstrução paleogeográfica dos continentes durante o Eo-Cretáceo.....	05
Figura 3.	Reconstrução paleogeográfica dos continentes durante o Neo-Cretáceo.....	07
Figura 4.	Mapa de localização da Bacia São Luís-Grajaú na região Meio-Norte do Brasil.....	09
Figura 5.	A Bacia São Luís-Grajaú.....	13
Figura 6.	Coluna estratigráfica representativa da Formação Alcântara na região da Baía de São Marcos.....	16
Figura 7.	Cladograma ilustrando prováveis relações filogenéticas entre tetrápodos basais.....	19
Figura 8.	Cladograma ilustrando prováveis relações filogenéticas entre amniotas basais.....	19
Figura 9.	Esquema ilustrando os três padrões principais de fenestração craniana encontrados em amniotas.....	20
Figura 10.	Cladograma ilustrando prováveis relações filogenéticas entre amniotas derivados.....	22
Figura 11.	Estrutura da provável evolução das principais linhagens de amniotas.....	23
Figura 12.	Reconstrução osteológica do mosassauro <i>Ratecarpus</i> .....	24
Figura 13.	Reconstrução em vista lateral de crânio e mandíbula de um típico arcossauro, <i>Arocanthosaurus</i> .....	25
Figura 14.	Cladograma ilustrando prováveis relações filogenéticas entre arcossauros.....	26
Figura 15.	Reconstrução osteológica em vista lateral de um pterossauro ( <i>Tupuxuara longicristatus</i> - Pterodactyloidea), um ornitodiro cretácico.....	26
Figura 16.	Reconstruções osteológicas em vista lateral de representantes dos dois principais agrupamentos dinossaurianos.....	28
Figura 17.	Cladograma ilustrando prováveis relações filogenéticas entre os principais grupos dinossaurianos.....	28
Figura 18.	A estrutura do elemento dentário.....	30
Figura 19.	Classificação dos dentes tetrapodianos quanto à sua disposição.....	31
Figura 20.	Classificação dos dentes tetrapodianos quanto aos padrões de implantação nos ossos maxilares.....	32

Figura 21.	Reconstrução osteológica de um Proganosauria, <i>Mosaurus tenuidens</i> .....	33
Figura 22.	Reconstrução osteológica do diadectomorfo <i>Dadectes</i> s.....	34
Figura 23.	Relação e localização de algumas das principais ocorrências registradas de dentes isolados em depósitos reconhecidamente cretácicos de bacias sedimentares brasileiras.....	47
Figura 24.	Concepção paleoartística da aparência aproximada de <i>Andidodon itapecuruense</i> .....	53
Figura 25.	Mapa de localização da Ilha do Cajual na Baía de São Marcos.....	59
Figura 26.	A Laje do Coringa, na Ilha do Cajual.....	60
Figura 27.	Esquema tridimensional de uma seção da Laje do Coringa, destacando os dois principais níveis conglomeráticos, onde a maior parte dos fósseis está concentrada.....	60
Figura 28.	Níveis conglomeráticos que compõem a Laje do Coringa.....	61
Figura 29.	Esquema tridimensional baseado no modelo paleoambiental proposto para os depósitos albo-cenomanianos da Bacia de São Luís-Grajaú, possivelmente aplicável ao contexto da Laje do Coringa.....	62
Figura 30.	Morfótipos dentários, em vista labial, da Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão (Departamento de Biologia), <i>Ampus</i> do Bacanga, São Luís - PARTE 1.....	68
Figura 31.	Morfótipos dentários, em vista labial, da Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão (Departamento de Biologia), <i>Ampus</i> do Bacanga, São Luís - PARTE 2.....	69
Figura 32.	Morfótipos dentários, em vista labial, da Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão (Departamento de Biologia), <i>Ampus</i> do Bacanga, São Luís - PARTE 3.....	70
Figura 33.	Morfótipos dentários, em vista labial, da Coleção Paleontológica da Universidade Estadual Paulista (Departamento de Geologia Aplicada), <i>Ampus</i> Rio Claro.....	71
Figura 34.	Parâmetros considerados nesta investigação.....	77
Figura 35.	Exemplar associado ao Morfótipo 1 (UFMA 1.20.264-3).....	85
Figura 36.	Caracterização da superfície do esmalte e da micromorfologia dos dentículos associado ao Morfótipo 1.....	86
Figura 37.	Exemplar associado ao Morfótipo 2 (UFMA 1.20.194-1).....	89

Figura 38.	Caracterização da superfície do esmalte e da micromorfologia dos dentículos associado ao Morfótipo 2.....	90
Figura 39.	Exemplar associado ao Morfótipo 3 (UFMA 1.20.203).....	92
Figura 40.	Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 3.....	93
Figura 41.	Exemplar associado ao Morfótipo 4 (UFMA 1.20.279).....	97
Figura 42.	Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 4.....	98
Figura 43.	Exemplar associado ao Morfótipo 5 (UFMA 1.20.152-4).....	101
Figura 44.	Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 5.....	102
Figura 45.	Exemplar associado ao Morfótipo 6 (UFMA 1.20.270).....	105
Figura 46.	Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 6.....	106
Figura 47.	Exemplar associado ao Morfótipo 7 (URC R.80-1).....	109
Figura 48.	Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 7.....	110
Figura 49.	Exemplar associado ao Morfótipo 8 (URC R.80-7).....	112
Figura 50.	Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 8.....	113
Figura 51.	Exemplar associado ao Morfótipo 9 (URC R.80-3).....	115
Figura 52.	Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 9.....	116
Figura 53.	Exemplar associado ao Morfótipo 10 (UFMA 1.20.127-5).....	118
Figura 54.	Exemplar associado ao Morfótipo 11 (URC R.77-1).....	121
Figura 55.	Exemplar associado ao Morfótipo 12 (UFMA 1.20.130).....	123
Figura 56.	Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 12.....	124
Figura 57.	Exemplar associado ao Morfótipo 13 (UFMA 1.20.206).....	126
Figura 58.	Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 13.....	127
Figura 59.	Exemplar associado ao Morfótipo 14 (UFMA 1.20.1744).....	129
Figura 60.	Exemplar associado ao Morfótipo 15 (UFMA 1.20.166).....	131
Figura 61.	Exemplar associado ao Morfótipo 16 (UFMA 1.20.121-1).....	133
Figura 62.	Exemplar associado ao Morfótipo 17 (UFMA 1.20.204).....	136
Figura 63.	Exemplar associado ao Morfótipo 18 (UFMA 1.20.273).....	138
Figura 64.	Exemplar associado ao Morfótipo 19 (URC R.83-1).....	140
Figura 65.	Concepção paleoartística da aparência aproximada de um terópodo Carcharodontosauridae.....	143
Figura 66.	Concepção paleoartística da aparência aproximada de um terópodo Velociraptorinae.....	147
Figura 67.	Concepção paleoartística da aparência aproximada de um terópodo	



	Spinosaurinae.....	151
Figura 68.	Concepção paleoartística da aparência aproximada de um sauropodomorfo Titanosauria.....	157
Figura 69.	Concepção paleoartística da aparência aproximada de um sauropodomorfo Diplodocoidea.....	159
Figura 70.	Concepção paleoartística da aparência aproximada de um pterossauro Anhangueridae.....	161
Figura 71.	Concepção paleoartística da aparência aproximada de um pterossauro Ornithocheiridae.....	164
Figura 72.	Concepção paleoartística da aparência aproximada de um crocodilomorfo Pholidosauridae.....	168

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Morfótipos dentários da Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão (Departamento de Biologia), <i>Campus</i> do Bacanga, São Luís.....	66
Tabela 2.	Morfótipos dentários da Coleção Paleontológica da Universidade Estadual Paulista (Departamento de Geologia Aplicada), <i>Campus</i> Rio Claro.....	67
Tabela 3.	Exemplares utilizados em comparações no âmbito desta investigação, depositados na Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional, Rio de Janeiro.....	73
Tabela 4.	Exemplares utilizados em comparações no âmbito desta investigação, depositados na Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Departamento de Geologia), Rio de Janeiro.....	74
Tabela 5.	Exemplares analisados associados à Classe Morfológica 1.....	82
Tabela 6.	Morfótipo 1 - Dados morfométricos, em milímetros.....	84
Tabela 7.	Morfótipo 2 - Dados morfométricos, em milímetros.....	88
Tabela 8.	Morfótipo 3 - Dados morfométricos, em milímetros.....	91
Tabela 9.	Exemplares analisados associados à Classe Morfológica 2.....	94
Tabela 10.	Morfótipo 4 - Dados morfométricos, em milímetros.....	96
Tabela 11.	Morfótipo 5 - Dados morfométricos, em milímetros.....	100
Tabela 12.	Morfótipo 6 - Dados morfométricos, em milímetros.....	104
Tabela 13.	Exemplares analisados associados à Classe Morfológica 3.....	107
Tabela 14.	Morfótipo 7 - Dados morfométricos, em milímetros.....	108
Tabela 15.	Morfótipo 8 - Dados morfométricos, em milímetros.....	111
Tabela 16.	Morfótipo 9 - Dados morfométricos, em milímetros.....	114
Tabela 17.	Morfótipo 10 - Dados morfométricos, em milímetros.....	117
Tabela 18.	Exemplares analisados associados à Classe Morfológica 4.....	119
Tabela 19.	Morfótipo 11 - Dados morfométricos, em milímetros.....	120
Tabela 20.	Morfótipo 12 - Dados morfométricos, em milímetros.....	122
Tabela 21.	Morfótipo 13 - Dados morfométricos, em milímetros.....	125
Tabela 22.	Morfótipo 14 - Dados morfométricos, em milímetros.....	128
Tabela 23.	Morfótipo 15 - Dados morfométricos, em milímetros.....	130
Tabela 24.	Morfótipo 16 - Dados morfométricos, em milímetros.....	132

Tabela 25.	Exemplares analisados associados à Classe Morfológica 5.....	134
Tabela 26.	Morfótipo 17 - Dados morfométricos, em milímetros.....	135
Tabela 27.	Morfótipo 18 - Dados morfométricos, em milímetros.....	137
Tabela 28.	Morfótipo 19 - Dados morfométricos, em milímetros.....	139

## RESUMO

A utilização de dentes isolados, com finalidades taxonômicas, é reconhecida por diversos autores. No Hemisfério Norte investigações desta natureza são freqüentes, versando principalmente sobre micro e macromorfologias dentárias e sua utilização na identificação de grupos taxonômicos, eventualmente a categorias bastante específicas. No Hemisfério Sul, em especial no Brasil, estudos enfocando dentes isolados ainda representam uma parcela bastante sutil de contribuição no âmbito da Paleontologia.

Esta contribuição representa o plano de investigação de um conjunto de dentes de amniotas, resgatados em um dos mais ricos e diversificados depósitos fossilíferos cretácicos do Estado do Maranhão: o afloramento Laje do Coringa. Situado na Ilha do Cajual, Município de Alcântara, representa um *bonebed* com expressivo registro fossilífero do neo-Albiano/eo-Cenomaniano da Formação Alcântara, Bacia de São Luís-Grajaú. Considerando sua abundância e diversidade morfológica, os dentes fósseis dos depósitos cretácicos no Estado do Maranhão mostram-se potencialmente importantes no âmbito de investigações paleontológicas.

A análise de parâmetros morfológicos aplicados à coroa, permitiu a identificação de 19 morfótipos dentários, representando terópodos (Carcharodontosauridae, Spinosauridae e Velociraptorinae), saurópodos (Titanosauria e Diplodocoidea), crocódilomorfos (Pholidosauridae) e pterossauros (Anhangueridae e “Ornithocheiridae”).

A variedade morfológica evidenciada na amostra da Laje do Coringa sugere uma relativa diversidade paleobiológica e paleoecológica durante o neo-Albiano/eo-Cenomaniano do Estado do Maranhão. Como constatado em estudos desenvolvidos por outros autores (e confirmados nesta investigação) a assembléia paleofaunística da Formação Alcântara provavelmente apresentava uma particular similaridade com assembléias isócronas do Norte da África, sugerindo que os eventos de particularização biótica ocorridos em cada uma das massas continentais não devem ter ocorrido antes do eo-Cenomaniano.

### Palavras-Chave:

Bacia de São Luís-Grajaú; Grupo Itapecuru; Formação Alcântara;  
Dentes isolados; neo-Albiano/eo-Cenomaniano; Neo-Cretáceo

## ABSTRACT

The use of isolated tooth, with taxonomic purposes, is recognized for many authors. In North Hemisphere inquiries of this nature are frequent, mainly treating about dental micro and dental macromorphologies and its use in the identification of taxonomic groups, eventually the very specific categories. In South Hemisphere, in especially Brazil, studies focusing isolated teeth still represent a very subtle parcel of contributions in the scope of Paleontology.

This contribution represents the plan of inquiry of a amniotes teeth's set, rescued in one of richest and diversified Cretaceous fossiliferous deposits of the Maranhão State: the "Laje do Coringa" outcrop. Situated in the Cajual Island, Alcântara Municipality, it represents a bone-bed with expressive fossiliferous record in the late Albian/early Cenomanian of the Alcântara Formation, São Luís-Grajaú Basin. Considering its abundance and morphologic diversity, fossil teeth of the Cretaceous deposits in the Maranhão State reveal potentially important in the scope of paleontological inquiries.

The analysis of morphologic parameters applied to the dental crown allowed the identification of 19 dental morphotypes, representing theropods (Carcharodontosauridae, Spinosauridae and Velociraptorinae), sauropods (Titanosauria and Diplodocoidea), crocodylomorphs (Pholidosauridae) and pterosaurs (Anhangueridae and "Ornithocheiridae").

The morphologic variety evidenced in the sample of the "Laje do Coringa" outcrop suggests a relative paleobiological and paleoecological diversity during the late Albian/early Cenomanian of the Maranhão State. As evidenced in studies developed for other authors (and confirmed in this inquiry) the paleofaunistical assemblage of the Alcântara Formation probably had a particular similarity with isochronous assemblages of the North of Africa, suggesting that the events of biological particularity in each one of continental landmasses maybe didn't occur before the early Cenomanian.

### Key-Words:

São Luís-Grajaú Basin; Itapecuru Group; Alcântara Formation; Isolated teeth; late Albian/early Cenomanian; Late Cretaceous

## 1 - INTRODUÇÃO

Com uma gênese diretamente relacionada à separação das placas litosféricas sul-americana e africana, a Bacia de São Luís-Grajaú compõe um conjunto de unidades geológicas de histórico similar no Meio-Norte do Brasil (GÓES & ROSSETTI, 2001). Compreendendo uma área de aproximadamente 250.000 km<sup>2</sup>, contém um espesso pacote sedimentar predominantemente cretácico, assentado sobre uma parcela considerável do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil (ROSSETTI & GÓES, 2003).

Seus depósitos abrigam um registro fóssilífero rico e bastante diversificado. Dentre estes, os da Formação Alcântara figuram entre os mais expressivos (MEDEIROS, 2001). Afloramentos desta unidade documentam numerosos grupos fósseis, dos quais se destacam os vertebrados. Sua diversidade inclui peixes, testudinos, crocodilomorfos e dinossauros, com uma razoável similaridade aos registros fósseis do Norte africano do mesmo período (MEDEIROS & SCHULTZ, 2001). Dos inúmeros fragmentos e peças esqueléticas, dentes compõem uma parcela apreciável nestas assembléias.

Este trabalho enfoca um conjunto de materiais dentários de amniotas, resgatados em um dos mais ricos afloramentos conhecidos para a Formação Alcântara. Situado na Ilha do Cajual, Município de Alcântara, a Laje do Coringa, como é conhecida, representa um *bone-bed* com expressivo registro de elementos fósseis desta natureza (CORRÊA-MARTINS, 1996).

Considerando sua utilidade em estudos taxonômicos (FIORILLO & CURRIE, 1994), e sua abundância e diversidade morfológica, os dentes fósseis dos depósitos cretácicos no Estado do Maranhão mostram-se potencialmente importantes para investigações paleobiológicas.

Os resultados obtidos nesta contribuição poderão representar novos elementos para a reconstituição da paleobiota que floresceu na região durante aquele período. Poderá também, por meio de comparações macrofaunísticas, auxiliar no estabelecimento de relações entre a Formação Alcântara e outras unidades da Bacia de São Luís-Grajaú, assim como entre outras ocorrências no Cretáceo do Brasil.

De forma não menos importante poderá, através de comparação com registros isócronos no Norte africano, contribuir para o refinamento do conhecimento sobre a história de separação entre América do Sul e África e como tal evento influenciou a distribuição e o intercâmbio faunístico entre os dois blocos continentais.

## **1.1 - OBJETIVOS**

### **1.1.1 - Objetivos principais**

- 1) Descrições micro e macromorfológica detalhada de morfótipos dentários provenientes do afloramento Laje do Coringa.
- 2) Identificação de possíveis grupos taxonômicos representados na referida amostra, ao nível mais específico possível.
- 3) Reunião de informações que auxiliem em um refinamento do conhecimento sobre o conjunto paleobiótico representado pela Formação Alcântara (neo-Albiano superior / eo-Cenomaniano da Bacia de São Luís-Grajaú).

### **1.1.2 - Objetivos secundários**

- 1) Desenvolver comparações, dentro das possibilidades, com registros de outras unidades cretácicas da mesma bacia, de modo a refinar o conhecimento de composição e evolução paleobiótica naquela região entre neo-Aptiano e eo-Cenomaniano (inferências biocronológicas).
- 2) Desenvolver comparações, também de acordo com as possibilidades oferecidas pela natureza destes materiais, com registros de bacias isócronas do Norte africano, buscando estabelecer similaridades e diferenças entre estes e os da Bacia de São Luís-Grajaú,
- 3) Fornecer elementos para o refinamento da reconstituição paleogeográfica daquele período. Do mesmo modo correlacioná-los à distribuição de grupos de amniotas durante o processo de ruptura e afastamento das placas litosféricas sul-americana e africana, com aplicações em análise paleobiogeográfica.
- 4) Reunir dados úteis em investigações subseqüentes de contexto paleoecológico.

## 1.2 - CONTEXTO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

### 1.2.1 - Registro geológico da separação entre América do Sul e África

Guardado sob um espesso pacote sedimentar, em bacias das margens Oriental e Equatorial brasileira, encontra-se o registro que documenta os diferentes estágios que culminaram com a separação das placas litosféricas sul-americana e africana, durante o Eo-Cretáceo. Do mesmo modo, as estruturas baciais localizadas na porção Oeste do continente africano apresentam registro síncrono, parcialmente correlacionável com algumas equivalentes no litoral do Brasil (REYMENT & TAIT, 1972).

Nos dois opostos do Oceano Atlântico, as bacias marginais desenvolveram uma história geológica comum que agrupa cinco grandes estágios tectono-sedimentares: **sinéclise**, **pré-rifte** ou continental, **rifte** ou lacustre, **transicional** ou de mar restrito e **deriva** ou marinho (PONTE & ASMUS, 1976; OJEDA, 1982). Apesar deste modelo genérico é reconhecido que as bacias marginais brasileiras evoluíram em tempos distintos, resultante dos processos diferenciais ocorridos durante extensão e separação continental de Sul para Norte (SZTAMARI *et al.*, 1987). É também importante ressaltar o papel da transcorrência sofrida na borda Equatorial durante este processo, resultando em maior grau de complexidade de suas estruturas baciais em relação àquelas da margem Leste brasileira (SZTAMARI *et al.*, 1987; AZEVEDO, 1991; MATOS, 1999).

Segundo SLEEP (1971) o estágio de sinéclise nas bacias marginais atlânticas corresponde a sucessões sedimentares relacionadas ao preenchimento de grandes depressões, em geral associadas às estruturas baciais intracratônicas. Segundo o referido autor, sua gênese estaria relacionada a ciclos de desequilíbrio térmico crustal.

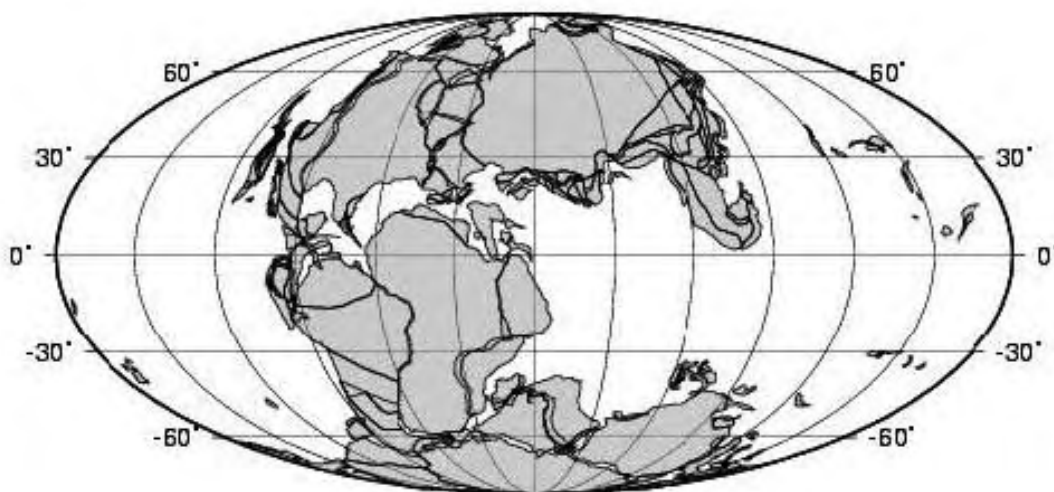
No Brasil ocorrem grandes sinéclises em bacias paleozóicas como Amazonas, Parnaíba e Paraná. Nas bacias marginais atlânticas depósitos deste estágio correspondem a extensões geográficas destas antigas sinéclises (SOUSA-LIMA & HAMSI JUNIOR, 2003). Conseqüentemente os sedimentos de idade paleozóica, que ocorrem em algumas destas unidades, representariam vestígios resultantes de estruturas baciais mais antigas.

O início e o término do estágio pré-rifte, bem como o conjunto dos processos envolvidos, sofreu variação entre uma região e outra da margem Oriental brasileira. Seus efeitos, contudo, são claramente delimitados no intervalo que engloba Jurássico



Superior e Cretáceo Inferior (PONTE & ASMUS, 1976; OJEDA, 1982).

O Neo-Jurássico é marcado pelo soerguimento crustal nas bordas Oeste de América do Sul e Leste da África, resultante do aquecimento induzido pela presença de *hotspots* abaixo da porção Central do Gondwana, cuja ação resultou posteriormente em intenso tectonismo de caráter tafrogênico, a Reativação Wealdeniana (ALMEIDA, 1967). Esta teria auxiliado no enfraquecimento da crosta na junção entre as placas sul-americana e africana, resultando posteriormente em sua ruptura.



140 Ma

Figura 1. Reconstrução paleogeográfica dos continentes durante o Neo-Jurássico. Crédito: ODSN Plate Tectonic Reconstruction Service (<http://www.odsn.de>).

De forma associada ocorre a formação de bacia alongada, de direção Norte-Sul, a **Depressão Afro-Brasileira**, atuando como importante área captadora de sedimentação continental, principalmente de origem flúvio-lacustre (ESTRELLA, 1972). Nas porções Leste e Nordeste do Brasil tal processo resultou, ao longo da linha de costa, na formação de várias bacias profundas e individualizadas (REYMENT & TAIT, 1972).

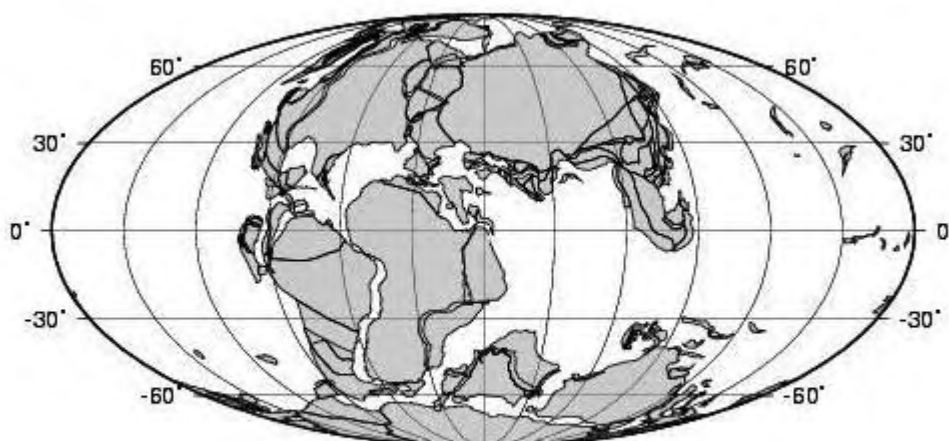
O início do estágio rifte efetivou-se no Neocomiano, com os primórdios da ruptura das margens Leste de América do Sul e Oeste da África (SZTAMARI *et al.*, 1987). A

movimentação vertical ao longo de antigas linhas de fraqueza, e a criação de novos falhamentos tensionais, originou sistemas de riftes (*rift valleys*), onde predominou sedimentação continental, em condições especialmente lacustres (DE CESERO & PONTE, 1997).

Segundo DE CESERO & PONTE (1997) nas bacias brasileiras da margem Leste o início do estágio rifte parece ter sido relativamente simultâneo. Mais ao Sul todo o complexo marginal, reunindo depósitos de Espírito Santo à Pelotas, foi submetido a evolução do estiramento crustal diferenciado, associado a vulcanismo basáltico promovido pela Reativação Wealdeniana (PETRI, 1987).

O rifteamento teria atingido a margem Equatorial brasileira tardiamente em relação à margem Leste, apenas no Barremiano superior (SZTAMARI *et al.*, 1987; MABESOONE *et al.*, 1994; LIMA FILHO *et al.*, 1996).

À medida que a porção Sul do Gondwana iniciava sua ruptura, o progresso da separação entre as placas sul-americana e africana moldou um estreito e alongado golfo, permitindo entrada intermitente de água marinha a partir do Sul (LARSON & LADD, 1973; SZTAMARI *et al.*, 1987; SOUSA-LIMA & HANSI JUNIOR, 2003). Tal evento representou o final do estágio rifte e início do estágio transicional.



120 Ma

Figura 2. Reconstrução paleogeográfica dos continentes durante o Eo-Cretáceo. Crédito: ODSN Plate Tectonic Reconstruction Service (<http://www.odsn.de>).

A fase inicial do neo-Aptiano foi marcada por seqüenciais incursões marinhas que suplantaram, de forma gradativa, a condição lacustre predominante nas margens costeiras durante a fase rifte (VIANA, 1986).

O influxo marinho inicial no golfo do Atlântico Sul foi episódico, controlado por uma importante feição estrutural que hoje se estende entre o litoral Sul do Brasil e a costa da Namíbia, na África, a Cadeia de Rio Grande-Walvis (REYMENT & TAIT, 1972).

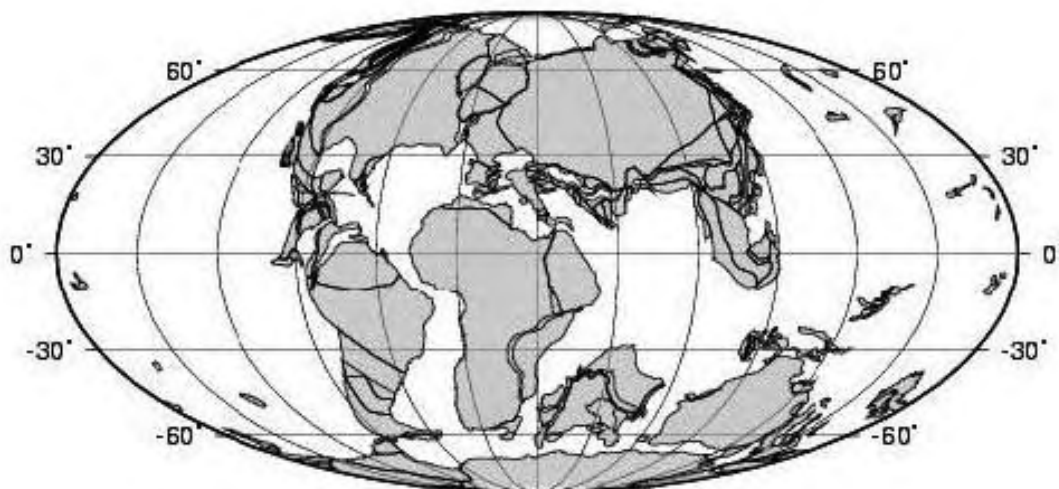
Com o avanço da separação entre as placas sul-americana e africana, o papel de controlador das incursões marinhas da Cadeia de Rio Grande-Walvis foi progressivamente reduzido, iniciando assim o estágio de deriva continental (PONTE & ASMUS, 1976; OJEDA, 1982).

O estágio de deriva continental teria se iniciado na última porção do neo-Aptiano, marcado pela formação de uma vasta plataforma carbonática, estendida desde Santos até Barreirinhas (VIANA, 1986; KOUTSOUKOS *et al.*, 1993). O ciclo de deposição carbonática teria sido mantido, durante o meso-Albiano, em quase todas as bacias da costa Sul, se estendendo até a Fossa de Benué, na Nigéria (DE CESERO & PONTE, 1997; AZEVEDO, 2002).

Com o progresso da separação, e as modificações climáticas induzidas pela ampliação do Atlântico Sul, ocorre uma gradativa diminuição na deposição carbonática ao longo das margens brasileira e africana, de modo que as seqüências sedimentares evoluem para um sistema predominantemente siliciclástico, que persiste até hoje (PETRI, 1987; SOUSA-LIMA & HANSI JUNIOR, 2003).

REYMENT & DINGLE (1987) e KOUTSOUKOS *et al.* (1991) sugeriram, com base nos sedimentos marinhos da porção Meridional do Atlântico Sul, ambiente de mar aberto e oxigenado durante o Albiano superior, marcando início da formação de um assoalho oceânico e definitivo desligamento entre América do Sul e África.

Na porção final do neo-Albiano as bacias nordestinas brasileiras, assim como a Bacia Costeira Nigeriana e o Golfo da Guiné, teriam experimentado um grande evento regressivo, com extensão até o Cenomaniano inferior (REYMENT & DINGLE, 1987; MABESOONE *et al.*, 1994).



95 Ma

Figura 3. Reconstrução paleogeográfica dos continentes durante o Neo-Cretáceo. Crédito: ODSN Plate Tectonic Reconstruction Service (<http://www.odsn.de>).

O paradigma do desligamento entre América do Sul e África durante o Albiano superior foi confrontado por DE CESERO & PONTE (1997), que sugeriram a existência de uma barreira efetiva para a suposta conexão entre as províncias atlânticas. Situada entre Pernambuco-Rio Grande e Nigéria-Camarões teria interligado ambos os continentes até a porção inicial do Cretáceo Superior. Evidências de uma ligação anterior entre Atlânticos Norte e Sul poderiam ser explicadas, neste caso, por uma possível inundação sofrida durante o Albiano, de caráter efêmero. A separação final entre ambos os blocos continentais teria ocorrido apenas no intervalo Turoniano-Coniaciano, culminando com o vulcanismo do Cabo, em Pernambuco, cujos depósitos são diretamente correlacionáveis aos granitos jovens de Camarões e Nigéria.

O Cenomaniano é, como um todo, marcado por franca deposição marinha ao longo dos litorais sul-americano e africano, sendo seu registro um dos mais expressivos das bacias costeiras (ARANHA *et al.*, 1990). Na porção Nordeste da costa brasileira as bacias Bragança-Vizeu, São Luis-Grajaú, Barreirinhas, Piauí, Ceará e Potiguar receberam grande suprimento de seqüências clásticas progradacionais (MIURA, 1972).

Durante o neo-Cenomaniano um grande evento transgressivo teria redesenhado o mapa do continente africano, ao criar uma conexão de águas entre Atlântico Sul e Mar de Thetys, separando a porção Noroeste do resto do continente até o Turoniano (REYMENT & DINGLE, 1987).

O rompimento do último elo de união entre América do Sul e continente africano permitiu a aceleração das placas continentais através de deslizamento transcorrente ao longo da costa Norte do Brasil e de sua simétrica africana. Tal movimento teria produzido esforços de cisalhamento, registrados por estruturas na plataforma continental de Maranhão e Ceará, no Brasil, e de Gana e Costa do Marfim, na África. Com isto é registrada uma aceleração no afastamento das estruturas litosféricas, passando a vigorar no Atlântico as mesmas condições de mar aberto e alta energia, existentes até hoje (ARANHA *et al.*, 1990).

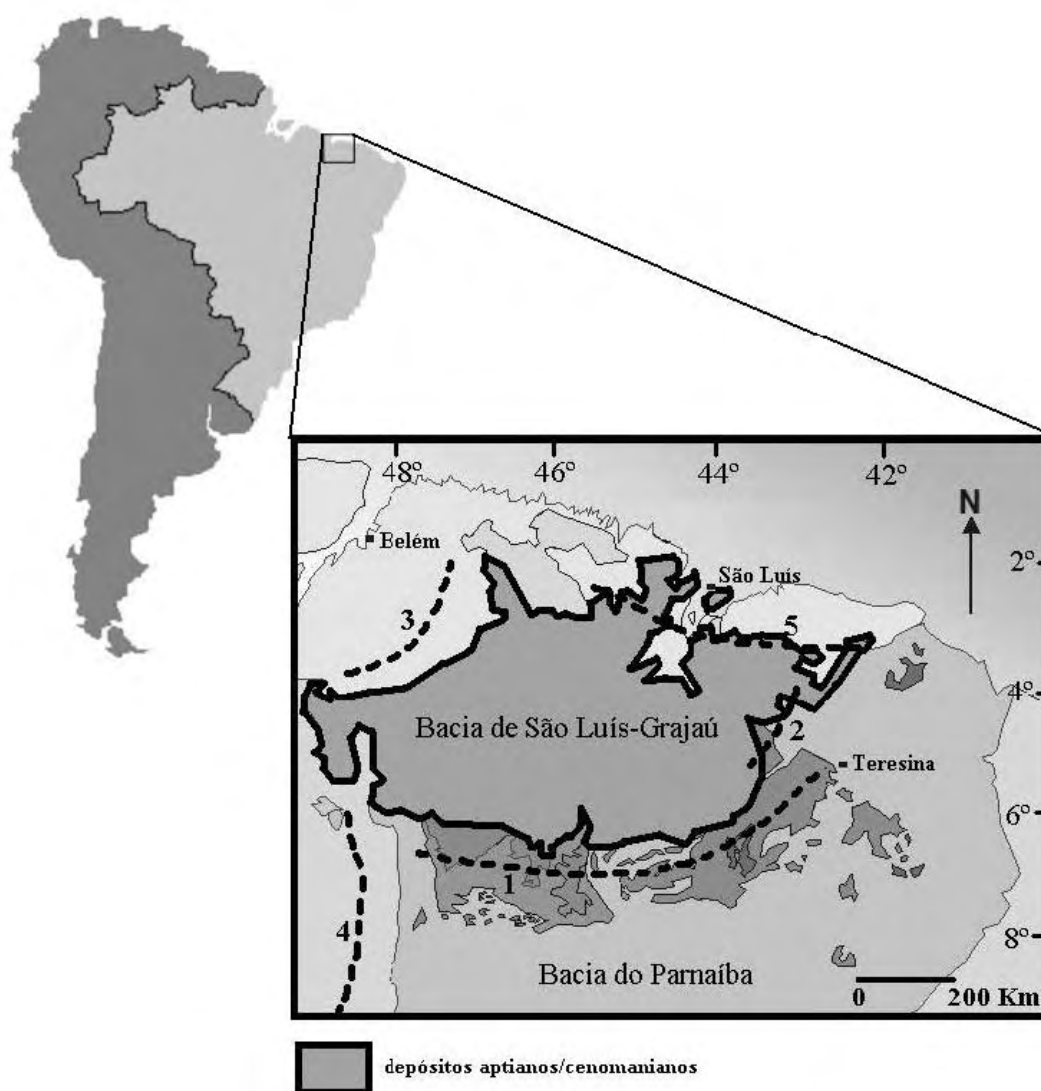
## **1.2.2 - Geologia da Bacia de São Luís-Grajaú**

### **1.2.2.1 - A Bacia de São Luís-Grajaú**

A região Meio-Norte do Brasil é caracterizada por um conjunto de bacias sedimentares que tiveram sua diferenciação efetivada durante o processo de abertura da porção Sul do Atlântico, onde predominou sedimentação cretácica (ARANHA *et al.*, 1990).

Dentre elas inclui-se a Bacia São Luís-Grajaú, situada no Centro-Norte do Estado do Maranhão, cujo histórico tectono-sedimentar é comparável a outras bacias marginais brasileiras. Sua gênese está diretamente relacionada ao estágio rifte de separação das placas litosféricas sul-americana e africana e, conseqüentemente, à formação do Atlântico Sul (RAJA GABAGLIA & FIGUEIREDO, 1990; AZEVEDO, 1991).

A Bacia de São Luís-Grajaú ocupa uma área total com mais de 250.000 km<sup>2</sup> (ROSSETTI & GÓES, 2003), limitada a Oeste pelo Arco de Tocantins, que a separa da Estrutura Bacinal de Marajó; a Leste pelo Lineamento do Rio Parnaíba; a Norte pelo Gráben de Ilha Nova; a Noroeste pelo Arco do Capim; a Sul pelo Lineamento Estrutural Xambioá, o qual a separa da Bacia do Parnaíba (GÓES, 1995; GÓES & COIMBRA, 1996; GÓES & ROSSETTI, 2001).



- 1 - Lineamento Estrutural Xambioá
- 2 - Lineamento do Rio Parnaíba
- 3 - Arco do Capim
- 4 - Arco de Tocantins
- 5 - Arco Ferrer-Urbano Santos

Figura 4. Mapa de localização da Bacia São Luís-Grajaú na região Meio-Norte do Brasil. Destaque para os principais lineamentos estruturais que limitam suas margens. Modificado de ROSSETTI & GÓES (2003).

Estudos desenvolvidos nesta bacia ainda são relativamente escassos, se comparados aos efetuados nas demais bacias marginais brasileiras (GÓES & ROSSETTI, 2001). Entretanto trabalhos recentes, desenvolvidos em diversas localidades no âmbito de sua área de abrangência, têm conduzido a novas interpretações paleoambientais e sua evolução estratigráfica (GÓES *et al.* 1999; GÓES & COIMBRA,

1996; GÓES & ROSSETTI, 2001; ROSSETTI 1996, 1997a, 1998, 2003; ROSSETTI & TRUCKENBRODT, 1997; PAZ & ROSSETTI, 2001; ROSSETTI & GÓES, 2003).

#### 1.2.2.1.a - Histórico e estágio atual de conhecimento

As bacias de São Luís e Grajaú foram previamente consideradas como dois conjuntos distintos de deposição sedimentar na porção Norte do Estado do Maranhão, separadas pelo Arco Ferrer Urbano-Santos (REZENDE & PAMPLONA, 1971; CAMPOS & LIMA, 1987; AZEVEDO, 1991).

A porção correspondente à Bacia de São Luís engloba área com aproximadamente 15.000 km<sup>2</sup> (RODRIGUES *et al.* 1990), situada na margem Equatorial Norte do Brasil, abrangendo o litoral Norte-Noroeste do Estado do Maranhão. Tradicionalmente é associado, a esta unidade, um pacote sedimentar espesso, predominantemente clástico, de origem marinha-transicional, depositado durante o Neo-Cretáceo (KLEIN & FERREIRA, 1979; PEDRÃO *et al.*, 1993 a,b,c; ROSSETTI, 1996).

O Sistema Grajaú-Codó-Itapecuru, segundo GÓES & FEIJÓ (1994), compunha-se de depósitos cretácicos, associados a um único ciclo deposicional, situado na porção Norte da Bacia do Parnaíba. Contudo GÓES (1995) e GÓES & COIMBRA (1996) redefiniram a Bacia do Parnaíba, considerada unidade tectônica única, em quatro bacias, com gêneses e ciclos deposicionais distintos: Parnaíba (Siluriano/Triássico), Alpercatas (Jurássico/Cretáceo Inferior), Grajaú (Cretáceo) e Espigão-Mestre (Cretáceo).

Considerando as condições tectônicas estabelecidas durante o Neocomiano, que levaram à subsidência e o desenvolvimento de um novo ciclo de sedimentação, o Sistema Grajaú-Codó-Itapecuru passou a integrar a Bacia do Grajaú, ocupando uma área de aproximadamente 130.000 km<sup>2</sup>, tendo seus limites com a Estrutura Bacinal do Parnaíba através da Antéclise Xambioá-Alto Parnaíba (GÓES & COIMBRA, 1996; ANAISSE JÚNIOR *et al.*, 2001). Na literatura recebe também a denominação de Bacia do Alto Parnaíba ou Codó (AZEVEDO, 1991), assim como Capim (BORGES *et al.*, 1997).

ROSSETTI (2001a), em investigação desenvolvida através da análise de dados de subsuperfície, utilizando perfis de raios-gama, revelou ampla correlação entre todas as sucessões sedimentares ocorrentes nas bacias de São Luís e Grajaú. Com base no modelo de seqüências sedimentares constatou que o Arco Ferrer-Urbano Santos não

representara barreira geográfica significativa, para uma individualização sedimentar. Diante desta interpretação ROSSETTI (2001a) e GÓES & ROSSETTI (2001) consideram a Bacia do Grajaú como continuidade Sul da Bacia de São Luís, compondo ambas um mesmo arcabouço estrutural, sob a designação de Bacia São Luís-Grajaú.

#### **1.2.2.1.b - Origem, arcabouço estrutural e caracterização**

Como consta em ROSSETTI (2001a) a Bacia São Luís-Grajaú estabeleceu-se sobre rochas gnáissicas, graníticas e metassedimentares de Cinturão de Dobramento Gurupi e Cráton de São Luís, e rochas sedimentares da Bacia Paleozóica do Parnaíba (ARANHA *et al.*, 1990). O preenchimento sedimentar é cretácico, coberto por delgada camada cenozóica. Em seu depocentro, no Município de Pinheiro, Estado do Maranhão, atinge 4.000 m de espessura (ARANHA *et al.*, 1990; GÓES *et al.* 1999; ROSSETTI 2001a, 2003). Nesta bacia predominam sedimentos clásticos de origens marinha, transicional e continental (ARANHA *et al.*, 1990; ROSSETTI, 2001a).

#### **1.2.2.2 - Arquitetura deposicional**

##### **1.2.2.2.a - Primeiras interpretações**

A primeira definição de unidades, para o conjunto sedimentar que hoje é reconhecido como Bacia São Luís-Grajaú, foi resultado do trabalho de LISBOA (1914), que designou as formações Codó e Grajaú para depósitos eocretácicos. Este mesmo autor foi também o primeiro a considerar os sedimentos aflorantes ao longo dos rios Itapecuru e Alpercatas como “Camadas Itapecuru”, formando espessa seqüência deposicional logo acima daquelas unidades geológicas.

CAMPBELL (1949) passou a utilizar o termo “Itapecuru” para designar esta sucessão, tradicionalmente utilizado por diversos autores. Para a porção média desta unidade, aflorante na Bacia do Grajaú, definiu os membros Serra Negra e Boa Vista. Considerou como indiferenciado o pacote sedimentar correlato na Bacia de São Luís. Este foi posteriormente formalizado por CUNHA (1968) como Formação Alcântara.

Objetivando aumentar o grau de detalhamento das seqüências cretácicas das



bacias de São Luís e Grajaú, RODRIGUES *et al.* (1990) compartimentaram informalmente a então denominada Formação Itapecuru em membros Inferior e Alcântara. ARANHA *et al.* (1990) desenvolveram trabalho similar mas definiram entretanto quatro sub-unidades (ITA I, II, III e IV), interpretando como albianas as três primeiras e como cenomaniana a última delas.

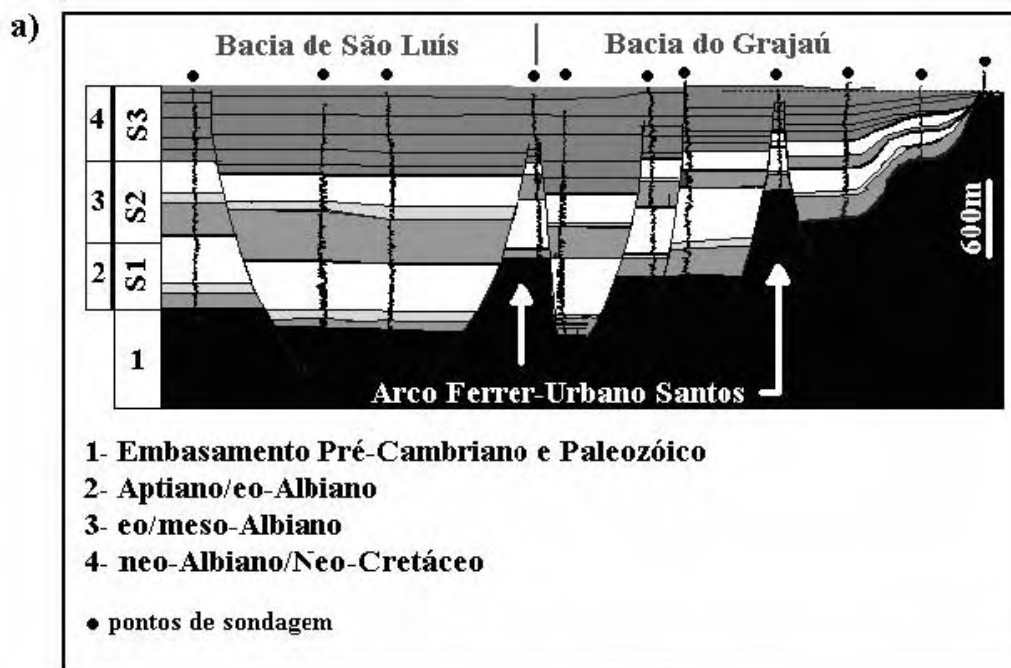
#### **1.2.2.2.b - Modelo atual**

Estudos focando características sedimentológicas e estratigráficas da Formação Itapecuru, na Bacia São Luís-Grajaú (ROSSETTI 1996; 1997a; 1998; ROSSETTI & TRUCKENBRODT, 1997) refinaram a proposta de ARANHA *et al.* (1990). As unidades ITA I, II e III, propostas anteriormente no âmbito destes trabalhos, passariam a integrar a Unidade Indiferenciada. ITA IV foi dissociada em duas seqüências, informalmente referenciadas como sucessões Inferior e Superior.

ROSSETTI & TRUCKENBRODT (1997) e ROSSETTI (1998) associam a Sucessão Inferior à Formação Alcântara. Para a Superior foi adotado o nome Formação Cujupe. Itapecuru é elevada a grupo, incluindo Unidade Indiferenciada e formações Alcântara e Cujupe (ROSSETTI, 1997; ROSSETTI & TRUCKENBRODT, 1997).

ROSSETTI (2001a), combinando análise de perfis de raios gama e dados faciológicos e estratigráficos, refinou o conhecimento sobre o preenchimento sedimentar da Bacia São Luís-Grajaú, reconhecendo três seqüências deposicionais de segunda ordem, informalmente referenciadas como S1, S2 e S3.

A seqüência inferior S1 foi associada a depósitos formados entre o neo-Aptiano e o eo-Albiano, incluindo formações Codó e Grajaú. S2 teria idade eo/mesoalbiana, vinculada à Unidade Indiferenciada de ROSSETTI & TRUCKENBRODT (1997). Finalmente S3, neoalbiana/neocretácica, inclui a porção superior da Unidade Indiferenciada e as formações Alcântara e Cujupe.



b)

Idade	Estratigrafia			
	Rossetti (2001)	Rossetti & Truckenbrodt (1997)		
CRETÁCEO	Cenomaniano/ Maastrichtiano	f	Formação Cujupe	
		e	Formação Alcântara	
	Albiano	S3	d	GRUPO ITAPECURU
			c	
			b	
			a	
			Unidade Indiferenciada	
	Eo	S2	Formações Codó e Grajaú	
	Aptiano	S1		

Figura 5. A Bacia São Luís-Grajaú: (a) arcabouço estrutural e seqüências deposicionais que compõem o preenchimento sedimentar; (b) síntese das seqüências deposicionais definidas e sua correlação com unidades geológicas formalizadas anteriormente. Modificado de ROSSETTI (2001a).

## **A - Formações Codó e Grajaú**

A sedimentação basal da Bacia São Luís-Grajaú, ocorrida entre o neo-Aptiano e o eo-Albiano, é representada pelos depósitos das formações Codó e Grajaú, que formam uma sucessão sedimentar cuja espessura atinge aproximadamente 450 m (ROSSETTI, 2001a). Ocorrem de Norte a Sul da bacia; contudo são representados de forma mais expressiva em sua borda Leste, nas proximidades do Município de Codó, interior do Estado do Maranhão (ROSSETTI, 2001a).

A Formação Codó constitui-se predominantemente por folhelhos pirobetuminosos, anidritas, calcários e arenitos lacustres (ROSSETTI, 2001a; PAZ & ROSSETTI, 2001). Interdigitados estão arenitos finos esbranquiçados e conglomerados da Formação Grajaú, depositados em prováveis paleoambientes flúvio-deltáicos e eólicos (MESNER & WOOLDRIDGE, 1964; AGUIAR, 1971; GÓES & FEIJÓ, 1994).

## **B - Grupo Itapecuru**

O Grupo Itapecuru, definido por ROSSETTI & TRUCKENBRODT (1997), consiste de uma espessa sucessão litoestratigráfica, constituída predominantemente por argilitos, arenitos finos e conglomerados, depositados sob paleoambientes continentais litorâneos. Seu ciclo deposicional inicia-se no eo-Albiano e se estende até o Terciário, possivelmente Eoceno (PEDRÃO *et al.* 1993 a, b; ROSSETTI *et al.* 2001a).

### **B.1 - Unidade Indiferenciada**

De acordo com a proposta de ROSSETTI & TRUCKENBRODT (1997), a Unidade Indiferenciada corresponde à seqüência S2 e a porção basal da S3. Seus depósitos representam um significativo testemunho do estágio rifte da Bacia São Luís-Grajaú, com ocorrência registrada ao longo de quase toda sua extensão. Com cerca de 1500 m de espessura, representa aproximadamente 60-70% de seu preenchimento sedimentar (ROSSETTI 2001a, 2003; ROSSETTI & GÓES, 2003).

Compondo a seqüência basal do Grupo Itapecuru ocorre, especialmente em subsuperfície, sobreposta discordantemente pela Formação Alcântara (ROSSETTI,

2001a, 2003; ROSSETTI & GÓES, 2003). Dados palinológicos sugerem idade neo/mesoalbiana (LIMA, 1982; PEDRÃO *et al.* 1993a, b).

Segundo ROSSETTI & GÓES (2003) seus afloramentos são particularmente bem representados nas bordas da Bacia São Luís-Grajaú, assim como ao longo do vale do Rio Itapecuru, no interior do Estado do Maranhão. Entretanto diante da ampla área geográfica desta estrutura bacinal, algumas regiões permanecem sem registro ou com quantidade pouco apreciável de informações, quanto à sua caracterização faciológica.

Seu pacote sedimentar é composto especialmente por arenitos, argilitos e conglomerados, formando depósitos deltáicos marinhos marginais, com fases de ondas normais e de tempestades (ROSSETTI 2001a, 2003). Tal caracterização sugere paleoambiente costeiro, com provável sistema de ilhas-barreiras (ROSSETTI 2001a, 2003; ROSSETTI *et al.*, 2001c; ROSSETTI & GÓES, 2003).

## **B.2 - Formação Alcântara**

A Formação Alcântara pode ser correlacionada a uma parte da Sequência S3 de ROSSETTI & TRUCKENBRODT (1997), sendo bem representada nas porções Central e Norte da Bacia São Luís-Grajaú (ROSSETTI, 2001a).

Aflora especialmente em falésias litorâneas ao longo da Baía de São Marcos, Norte do Estado do Maranhão, em localidades como Porto Itaqui e ilhas Medo, Madeira e Cajual. Também está representada nos arredores do Município de Alcântara, incluindo Praia da Baronesa e Ilha do Livramento. Está presente no Município de São Luís, especialmente na Ponta do Farol e na Praia do Boqueirão. Depósitos possivelmente correlacionáveis são também documentados por ANAISSE JR. *et al.* (2001) na região próxima ao Município de Açailândia.

Seu pacote sedimentar, de coloração marrom achocolatada a cinza esverdeada, reúne cerca de 30-35 m de espessura com arenitos estratificados, argilitos e calcários (ROSSETTI, 2001c).

ROSSETTI & TRUCKENBRODT (1997), ROSSETTI (2001a) e ROSSETTI (2001 c) atribuem, para sua gênese, processos de tempestade de grande intensidade, correntes e canais de maré, compondo paleoambientes transicionais do tipo ilha-barreira. Análise palinológica, realizada por PEDRÃO *et al.* (1993c), atribui a esta unidade idade neoalbiana/eocenomaniana.

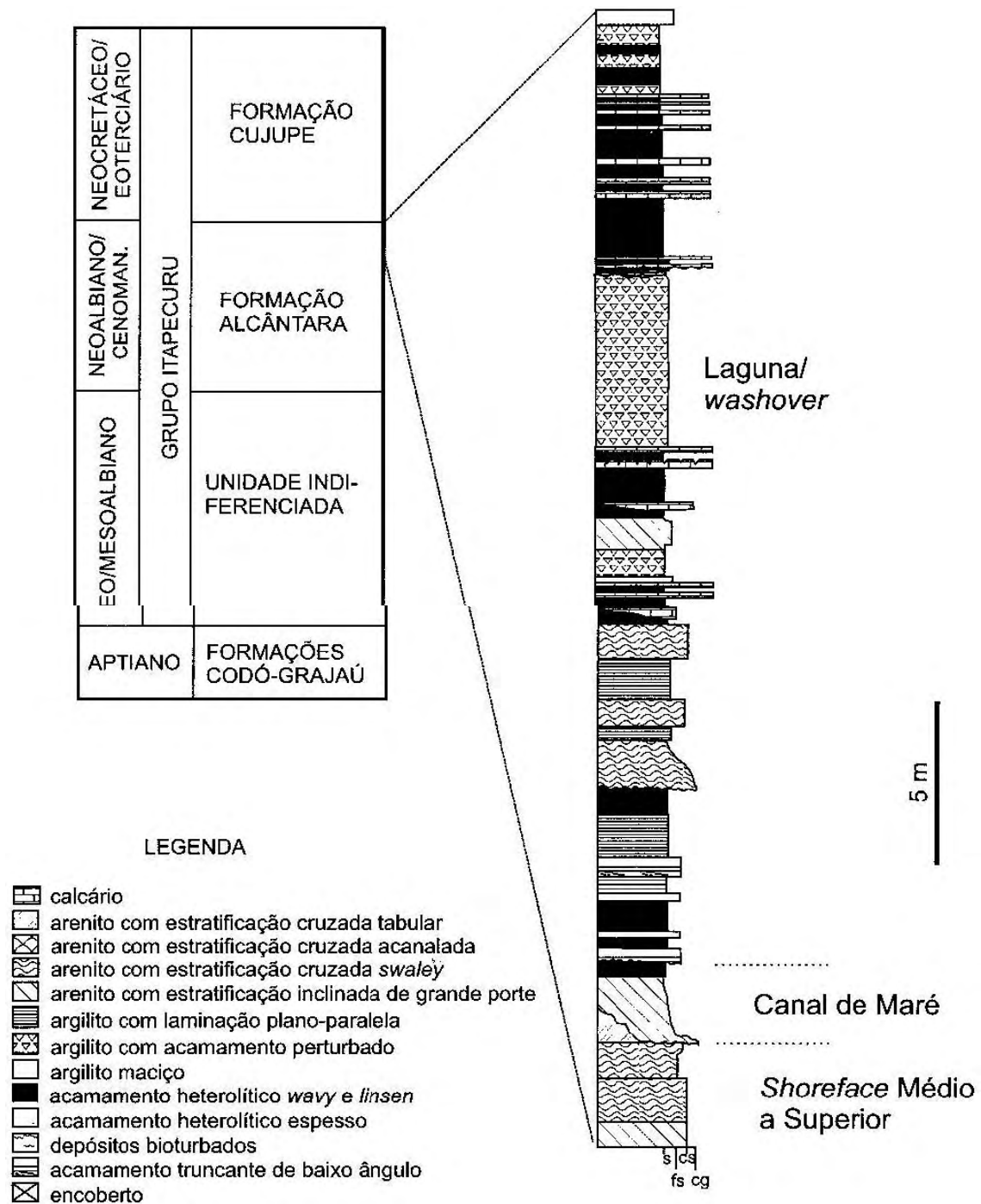


Figura 6. Coluna estratigráfica representativa da Formação Alcântara na região da Baía de São Marcos. Modificado de MORAES-SANTOS *et al.* (2001).

### **B.3 - Formação Cujupe**

A Formação Cujupe corresponde à porção superior da Sequência S3 de ROSSETTI & TRUCKENBRODT (1997), encerrando o ciclo de deposição cretácica da Bacia São Luís-Grajaú. Bem representada nas adjacências ao longo de rodovia próxima à porção Oeste da Baía de São Marcos, seu pacote sedimentar inclui aproximadamente 35-40 m de sedimentos formados por arenitos finos caulínicos de coloração branca ou amarelada, argilitos esbranquiçados e conglomerados (LIMA & ROSSETTI 1999, 2001; ROSSETTI, 2001a).

Sobreposta à Formação Alcântara, através de uma discordância de caráter regional, seu ciclo de deposição não possui limites cronoestratigráficos bem definidos, sendo atribuído ao intervalo Neo-Cretáceo/?Terciário (ROSSETTI & TRUCKENBRODT, 1997).

Segundo ROSSETTI (1998) e ROSSETTI (2001c) os depósitos da Formação Cujupe formaram-se por processos de canais e deltas de maré, em provável paleoambiente estuarino de vale inciso. São ainda relacionados sedimentos de barras de desembocadura, canal fluvial/distributário e baía interdistributária/pródelta (ROSSETTI, 1998; LIMA & ROSSETTI, 2001).

### **C - Formações Pirabas e Barreiras**

Sobre os sedimentos do Grupo Itapecuru estão depositadas, de forma discordante, camadas muito delgadas, com cerca de 40 m de espessura, de depósitos terciários, com idade miocênica, representadas pelas formações Pirabas e Barreiras (ROSSETTI 2000, 2001b, 2003).

De acordo com ROSSETTI (2000, 2001b, 2003) esta sucessão é subdividida em três seqüências litoestratigráficas distintas: Pirabas/Barreiras inferior, Barreiras médio/superior e Barreiras superior. A sedimentação inicial do complexo Pirabas-Barreiras mostra-se do tipo mista (carbonática-siliciclástica) na porção superior da seqüência, passando para um caráter exclusivamente siliciclástico (ROSSETTI, 2003).

Depósitos sobrejacentes, constituídos de arenitos finos e bem selecionados, arenitos finos bioturbados e argilitos, são denominados genericamente de “Sedimentos Pós-Barreiras”, dos quais pouco é conhecido (ROSSETTI, 2003).

### **1.2.3 - Estrutura, caracterização e importância da utilização de dentes em estudos paleontológicos de amniotas**

#### **1.2.3.1 - Contextos taxonômico e sistemático de Amniota**

O clado Amniota, por definição, está subordinado a uma linhagem evolutiva mais ampla na história dos vertebrados, a dos Tetrapoda. Segundo BENTON (1997) entre os tetrápodos estão incluídos todos os vertebrados dotados, ao menos em uma condição ancestral, de quatro apêndices locomotores sustentados por um endoesqueleto ósseo articulado; excluídos desta condição apenas os peixes. Ainda de acordo com BENTON (1997) tetrápodos são agrupados, em âmbito mais amplo, de acordo com suas características reprodutivas.

Em uma condição mais basal encontram-se os Amphibia, um grupo atualmente entendido como parafilético (BENTON, 1997). Seus representantes caracterizam-se por uma estratégia reprodutiva altamente dependente do meio aquático (DIAS, 2000). Documentada em maior detalhe em formas modernas, tal estratégia é caracterizada pela fecundação externa, ovoposição em meio aquoso e existência de estágios larvários nas formas jovens (DIAS, 2000).

Em uma condição mais derivada encontra-se o clado Amniota, melhor caracterizado em formas modernas, pela implantação de uma revolucionária estratégia reprodutiva, através desenvolvimento de uma fecundação interna e de um ovo amniótico (BENTON, 1997). Este, dotado de casca semipermeável (em geral de composição calcária), constitui um microambiente interno independente, que permite ao embrião eclodir num estágio mais adiantado de desenvolvimento, dispensando assim uma fase larvária.

BERTINI (2004) reconhece que osteologicamente há poucas diferenças significativas entre amniotas e tetrápodos não amniotas. Tal condição, associada à escassez de registros de ovos em depósitos sedimentares, dificulta uma distinção segura entre as formas primitivas de ambos os grupos.

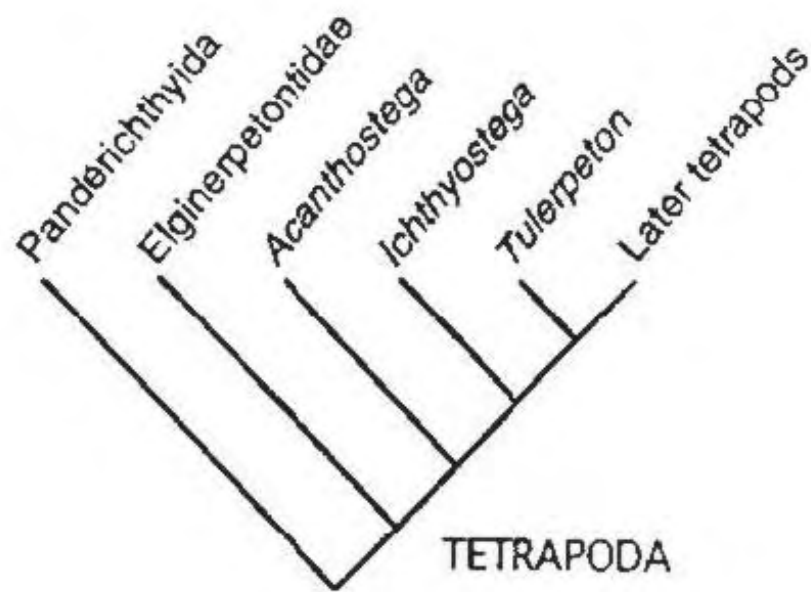


Figura 7. Cladograma ilustrando prováveis relações filogenéticas entre tetrápodos basais. Modificado de BENTON (1997).

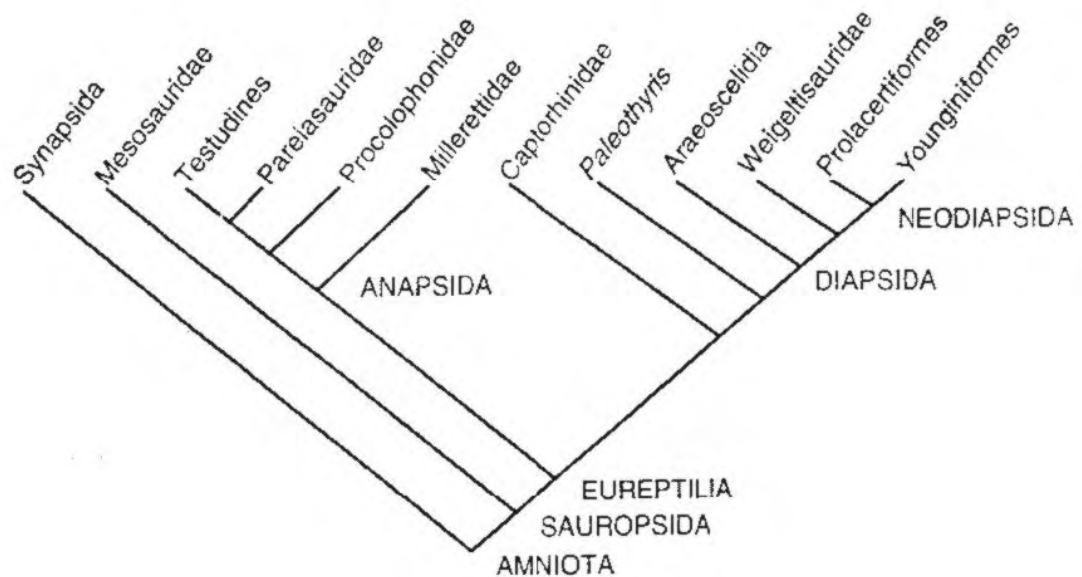


Figura 8. Cladograma ilustrando prováveis relações filogenéticas entre amniotas basais. Modificado de BENTON (1997).



Como consta em BENTON (1997), a maioria dos grandes agrupamentos de amniotas foi estabelecida com base em três padrões distintos de fenestração craniana.

- **Anapsida** = clado representado por amniotas que não apresentam fenestras cranianas.
- **Synapsida** = clado que agrupa todos os amniotas que possuam uma única fenestra craniana, circundada pelos ossos pós-orbital, jugal e esquamosal.
- **Diapsida** = clado que reúne todos os amniotas detentores, ao menos em uma condição ancestral, de duas fenestras cranianas distintas: uma inferior, em condição similar à dos Synapsida, e uma adicional superior, circundada pelos ossos pós-orbital, esquamosal e parietal (BENTON, 1997).

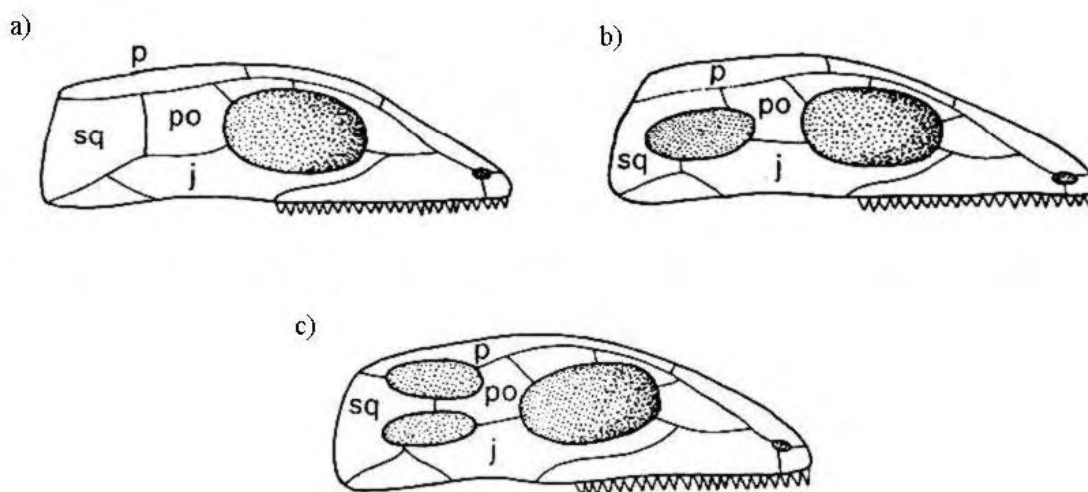


Figura 9. Esquema ilustrando os três padrões principais de fenestração craniana encontrados em amniotas: (a) anápsido; (b) sinápsido e (c) diápsido. Abreviações: (j = jugal; p = parietal; po = pós-orbital; sq = esquamosal). Modificado de BENTON (1997).

Os Anapsida abrangem muitas das formas basais de amniotas, entre elas pareiassauros e procolofônides (ROMER, 1966). Com ampla irradiação ao longo de Carbonífero e Permiano, sua diversidade no registro fóssil decaiu significativamente a partir do limite Permiano-Triássico, culminando com o desaparecimento de diversas linhagens (BENTON, 1997). Como representantes modernos são conhecidos apenas os testudinos (CARROLL, 1987).

Os Synapsida iniciaram sua irradiação durante o Neo-Carbonífero, formando um grupo diversificado ao longo de Permiano e Triássico (CARROLL, 1987; BENTON, 1997). É atribuída a este agrupamento a ancestralidade dos primeiros mamíferos (CARROLL, 1987).

Segundo BENTON (1997) os Diapsida tiveram uma representação aparentemente discreta até o Neo-Permiano. No grande evento de extinção que marcou a passagem permo-triássica, inúmeros grupos tetrapodianos desapareceram do registro fóssil. Entre eles boa parte dos Anapsida e uma significativa variedade de Synapsida. Os diápsidos, como grupo de remanescência significativa deste intervalo atingiu, especialmente ao longo do Mesozóico, uma ampla diversidade de formas (CARROLL, 1987).

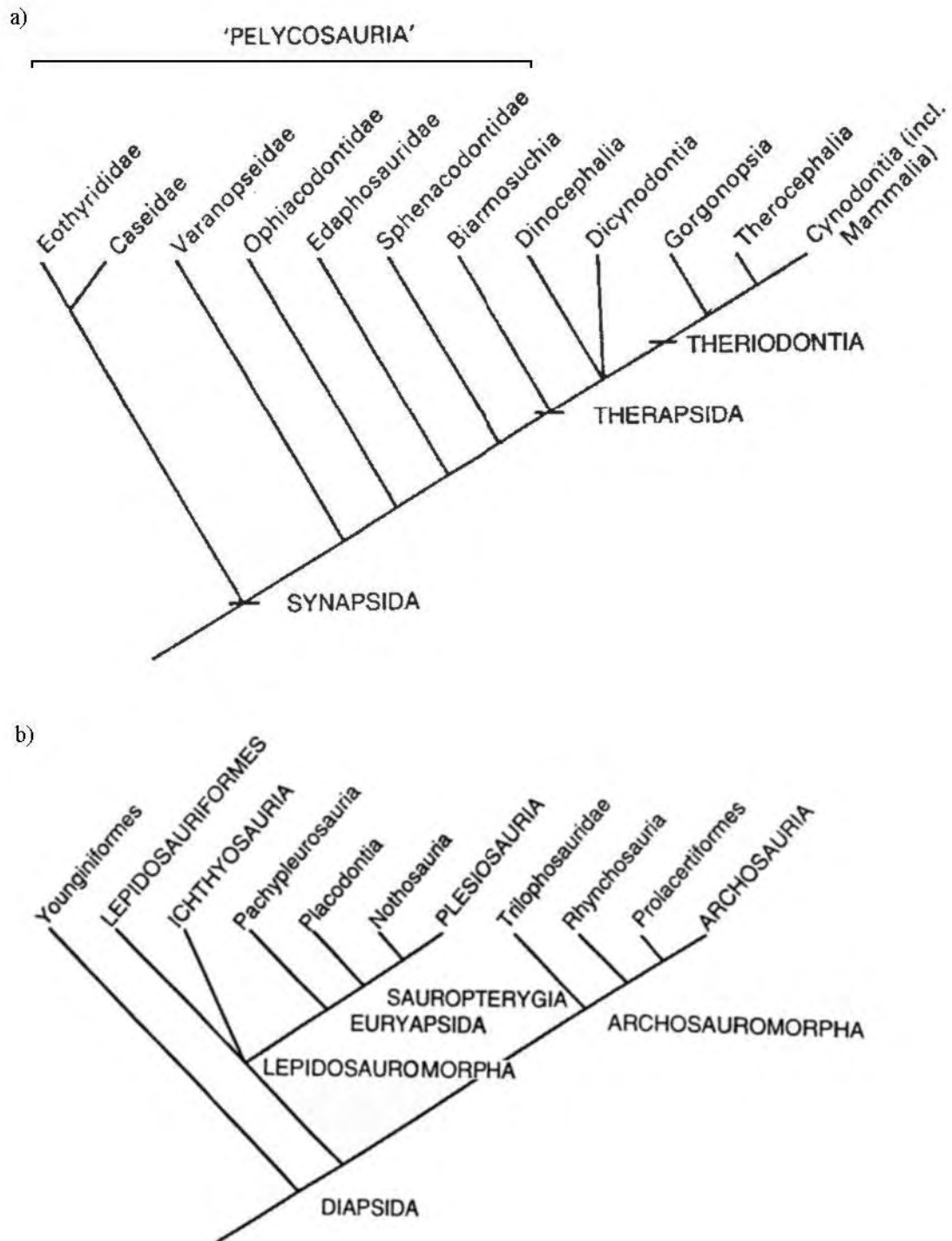


Figura 10. Cladogramas ilustrando prováveis relações filogenéticas entre amniotas derivados: (a) Synapsida; (b) Diapsida. Modificado de BENTON (1997).

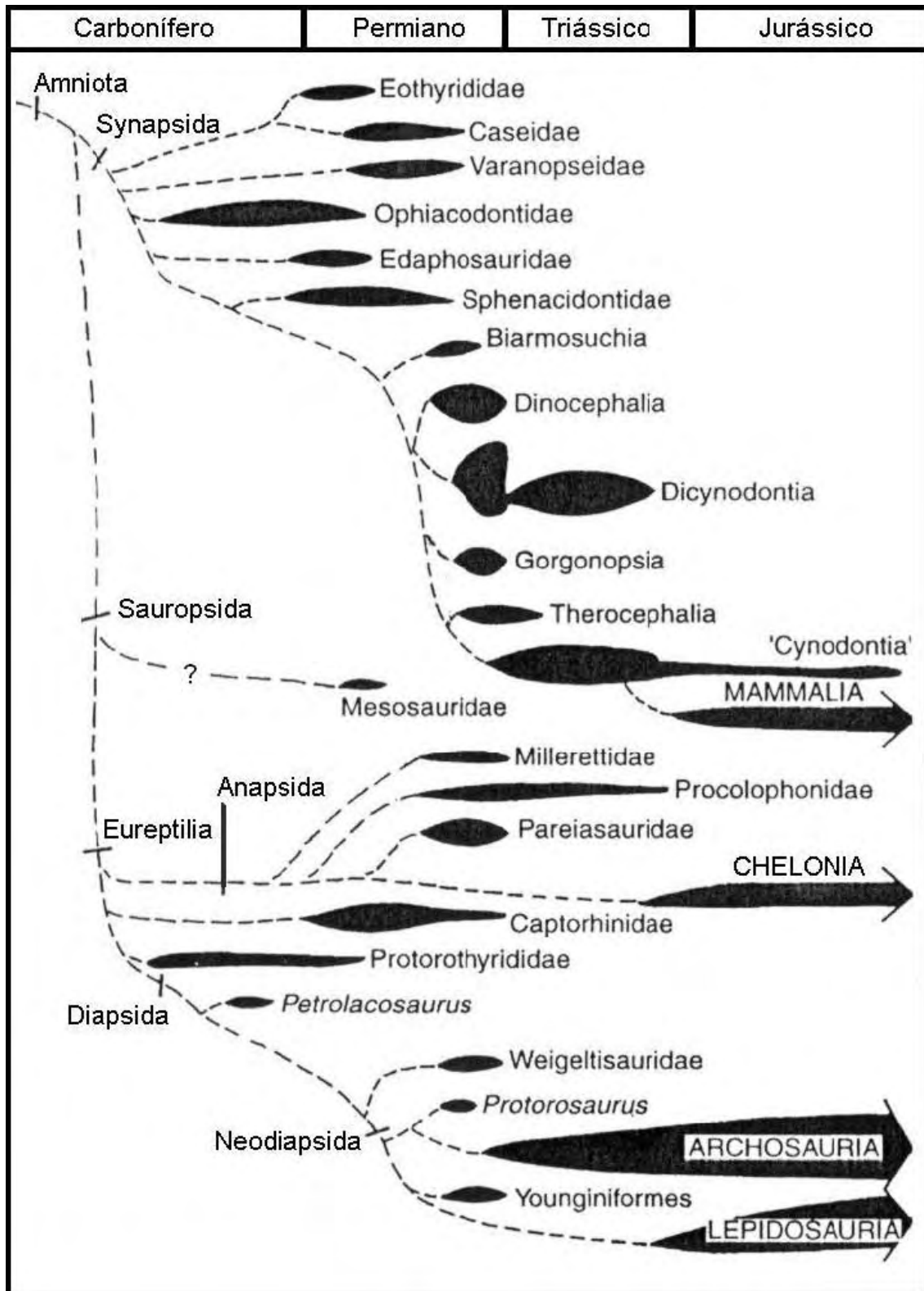


Figura 11. Estrutura da provável evolução das principais linhagens de amniotas, com enfoque na abundância, diversidade e eventual extinção dos grupos ao longo do registro geológico. Modificado de BENTON (1997).

Os diápsidos mais derivados são freqüentemente agrupados em lepidossaumorfos e arcossaumorfos (BENTON, 1997). O primeiro agrupamento, com traços de origem que remontam ao Permiano, é caracterizado pela manutenção de características plesiomórficas, como a presença de dentes palatais e um orifício pineal no parietal, associadas a feições apomórficas, como a fusão de astrágalo e calcâneo nos apêndices locomotores posteriores (ROMER, 1956; CARROLL, 1987).

Representantes modernos incluem lacertílios, ofídios e o gênero *Sphenodon* da Nova Zelândia. Formas fósseis incluem os Mosasauridae, lacertílios marinhos que atingiam de três a mais de quinze metros de comprimento, comuns no registro neocretácico (RUSSELL, 1967).

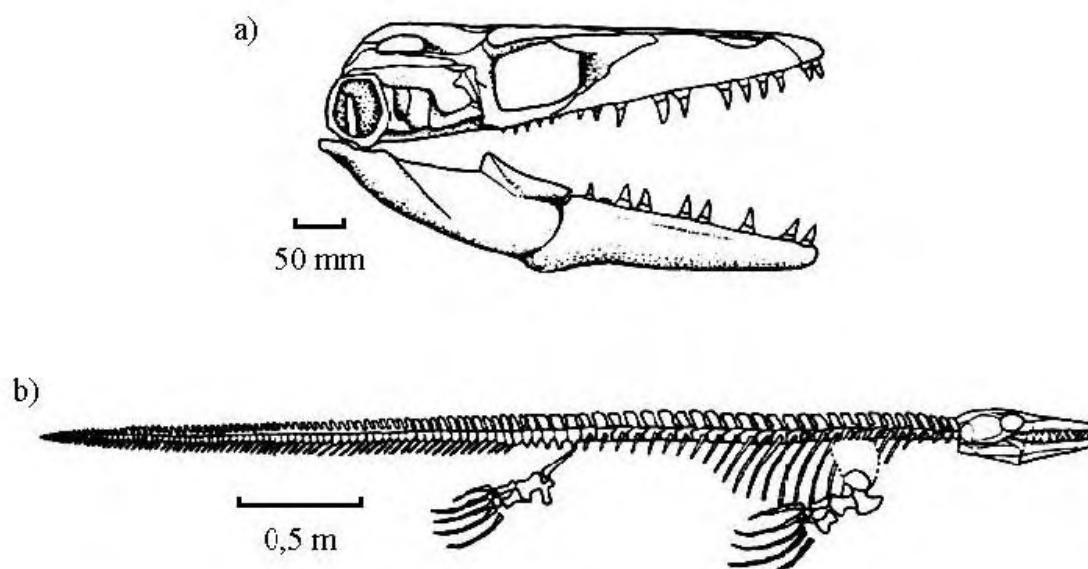


Figura 12. Reconstrução osteológica do mosassauro *Platecarpus*: (a) crânio e mandíbula em vista lateral; (b) esqueleto em vista lateral. Modificado de BENTON (1997).

O segundo agrupamento, dos arcossaumorfos, tem o registro fóssil mais antigo no Eo-Triássico e possui Archosauria como clado de maior destaque (BENTON, 1997). A perda de dentes palatais, uma dentição marginal lábio-lingualmente comprimida com bordos serrilhados, o desenvolvimento de uma fenestra craniana pré-orbitária e uma fenestra mandibular, representam as principais sinapomorfias (SERENO, 1991).

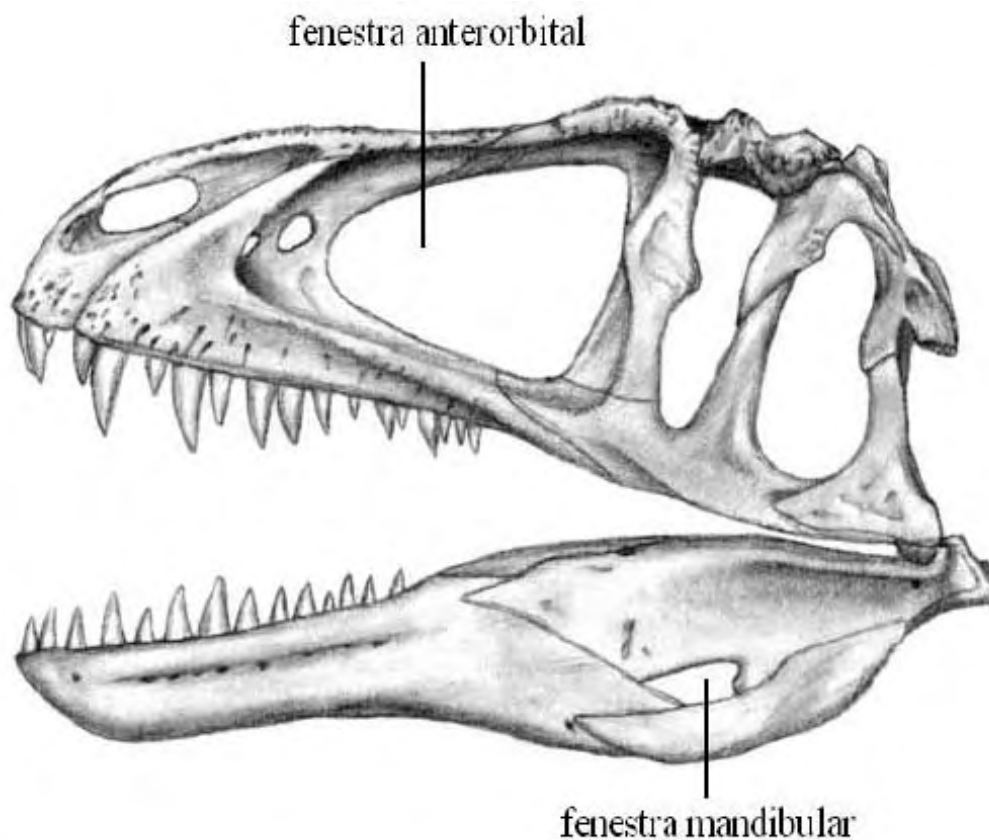


Figura 13. Reconstrução, em vista lateral, de crânio e mandíbula de um típico arcossauro, *Acrocanthosaurus*. Detalhe das fenestras anterorbital e mandibular. Crédito: Michael Hanson (<http://www.freewebs.com/skeletaldatabase/>).

SERENO (1991) definiu que arcossauros podem ser agrupados em dois clados principais, ambos provavelmente monofiléticos: Crurotarsi e Ornithodira. O primeiro é representado por arcossauros basais fósseis e Crocodylomorpha, que possui representação atual. É definido por feições singulares nos apêndices locomotores anteriores e posteriores, em especial a articulação hemisférica (crurotarsal) do calcanhar, única entre todos os tetrápodos. O segundo agrupamento compreende Pterosauria e Dinosauromorpha (incluindo aves, fósseis e modernas), definido por inúmeras sinapomorfias, entre elas postura bípede (ao menos numa condição ancestral) e digitígrada (SERENO, 1991; POUGH, 1999).

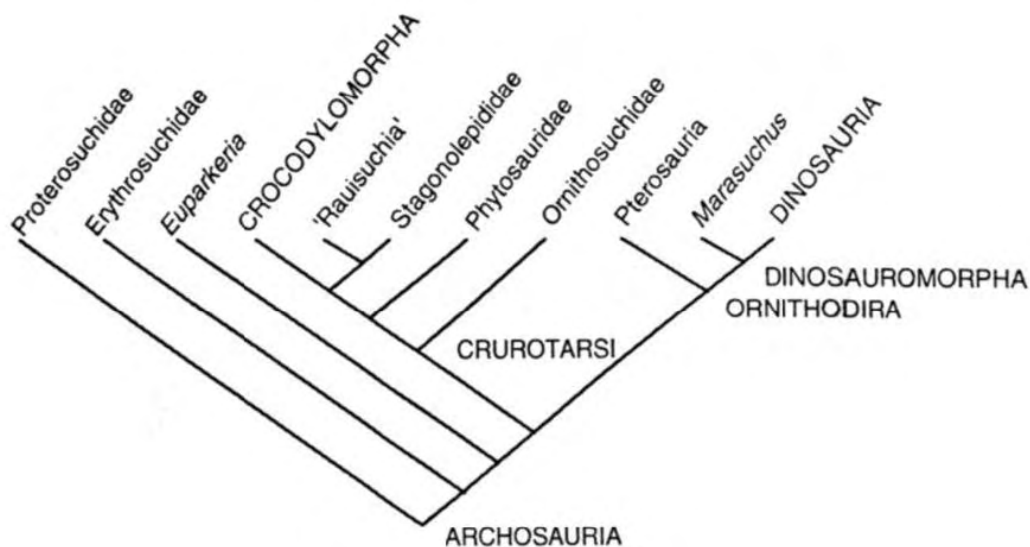


Figura 14. Cladograma ilustrando prováveis relações filogenéticas entre arcossauros. Modificado de SERENO (1991) e BENTON (1997).

Pterossauros foram ornitodiros singulares, uma vez que representam os primeiros vertebrados a desenvolver o voo (CARROLL, 1987). Com um registro que se estende de Neo-Triássico a Neo-Cretáceo, são caracterizados por apêndices locomotores anteriores modificados em asas, onde uma superfície alar membranosa era sustentada pelo quarto dígito hipertrofiado (POUGH, 1999).



Figura 15. Reconstrução osteológica em vista lateral de um pterossauro (*Tupuxuara leonardii* - Pterodactyloidea), um ornitodiro cretácico. Crédito: Kathy Capach (<http://www.turtleandwolf.com/wolf/gallery/paleoart/>).

Dinosauromorpha é um clado que inclui Dinosauria, possivelmente seu mais importante agrupamento (POUGH, 1999). Segundo SERENO (1991) e NOVAS (1996) dinossauros compõem um grupo aparentemente monofilético, com base em inúmeras sinapomorfias:

- Pescoço em formato de “S”.
- Acetábulo totalmente perfurado.
- Púbis e ísquio alongados.
- Apêndices locomotores colunares nas formas herbívoras.
- Tíbia em geral mais longa que fêmur nas formas carnívoras.
- Fíbula reduzida.

Tradicionalmente dinossauros são reunidos, de acordo com a estrutura pélvica, em dois clados principais: Saurischia e Ornithischia (BENTON, 1997, POUGH, 1999).

Segundo HOLTZ & BRETT-SURMAN (1997) os saurísquios, definidos por púbis voltado para a porção anterior do corpo e ísquio recurvado posteriormente, reúnem formas bípedes com tendência a adaptações para uma dieta carnívora (Theropodomorpha, incluindo aves) e formas com tendência à quadrupedalismo e dieta herbívora (Sauropodomorpha).

Os ornitísquios, caracterizados por púbis recurvado posteriormente, posicionado paralelamente ao ísquio, reúnem formas de prováveis hábitos exclusivamente herbívoros, bípedes, semi-bípedes e quadrúpedes (HOLTZ & BRETT-SURMAN, 1997).



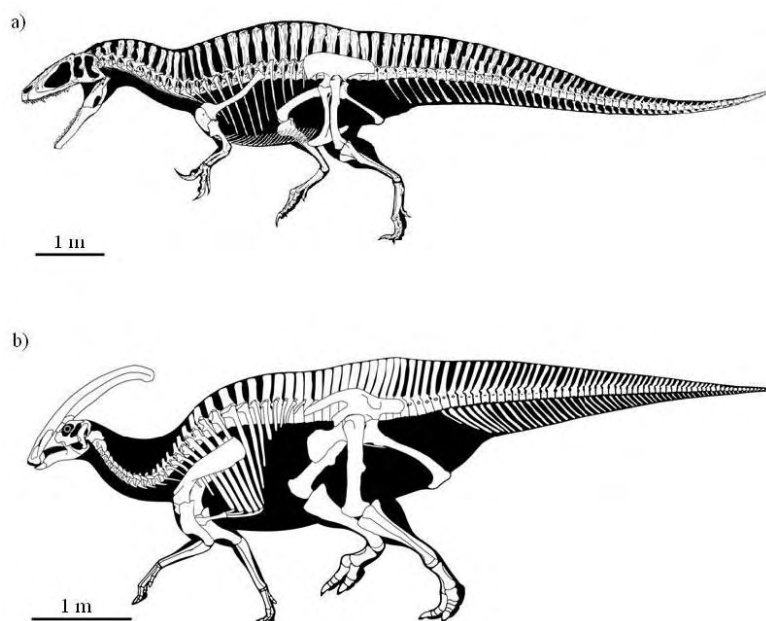


Figura 16. Reconstruções osteológicas, em vista lateral, de representantes dos dois principais agrupamentos dinossaurianos: (a) Saurischia (Theropoda). Crédito: Michael Hanson (<http://www.freewebs.com/skeletaldatabase/>) e (b) Ornithischia (Ornithopoda). Crédito: Scott Hartman (<http://dino.lm.com/images>).

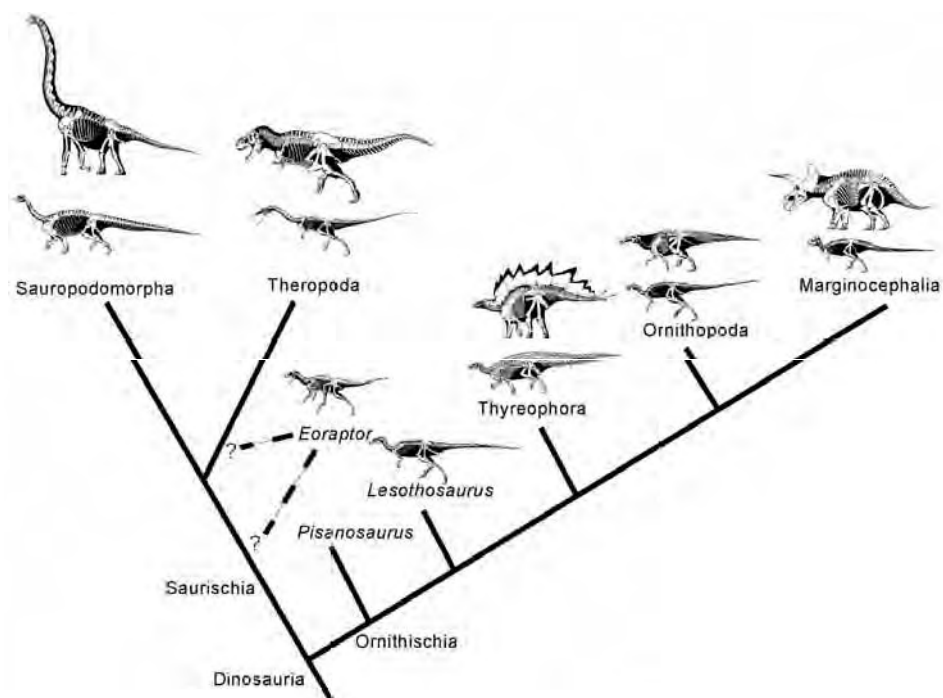


Figura 17. Cladograma ilustrando prováveis relações filogenéticas entre os principais grupos dinossaurianos. Modificado de HOLTZ & BRETT-SURMAN (1997).

### 1.2.3.2 - Anatomia dentária

Como função primordial, aos dentes cabe a tarefa de capturar e processar mecanicamente o alimento. Podem funcionar como estruturas de perfuração, corte, dilaceração, quebra, trituração e moagem (NAVIA, 1977). Podem também desempenhar papéis mais diversificados, tais como defesa, transporte de material destinado à construção de abrigos, auxílio na locomoção, preensão da fêmea durante a cópula, inoculação de toxinas, entre outros (ROMER & PARSONS, 1985).

O elemento dentário é essencialmente formado por um tecido conjuntivo frouxo interno, de origem mesodérmica e ricamente innervado e vascularizado, denominado **polpa**. Ao seu redor deposita-se uma camada de tecido mineralizado, a **dentina**, também de origem mesodérmica, cuja composição inclui aproximadamente 65 a 75% de compostos inorgânicos (fosfato de cálcio), cerca de 25% de compostos orgânicos (fibras colágenas) e aproximadamente 10% de água (DELLA SERRA & FERREIRA, 1979).

Em sua porção exposta, o elemento dentário recebe a denominação de **coroa**, que, em alguns casos pode ser dividida em duas faces distintas: a **labial**, voltada para a porção externa do complexo bucal; e a **lingual**, voltada para a porção interna (ROMER, 1956).

Neste trecho, envolvendo a dentina, encontra-se depositada uma camada de tecido altamente mineralizada, de origem ectodérmica, denominada **esmalte**. Com uma composição que inclui 96 a 98% de compostos inorgânicos (cristais de apatita) e apenas 2 a 4% de substâncias orgânicas (escleroproteínas) e água, é uma estrutura altamente rígida e resistente (DELLA SERRA & FERREIRA, 1979).

Finalmente a porção do elemento dentário implantada nos maxilares, a **raíz**, tem sua estrutura básica de dentina revestida por uma substância de constituição similar a tecido ósseo, denominada **cimento**, responsável pela fixação da peça no osso maxilar (ROMER & PARSONS, 1985).

Maiores detalhes sobre a estrutura do elemento dentário estão caracterizados na FIGURA 12.

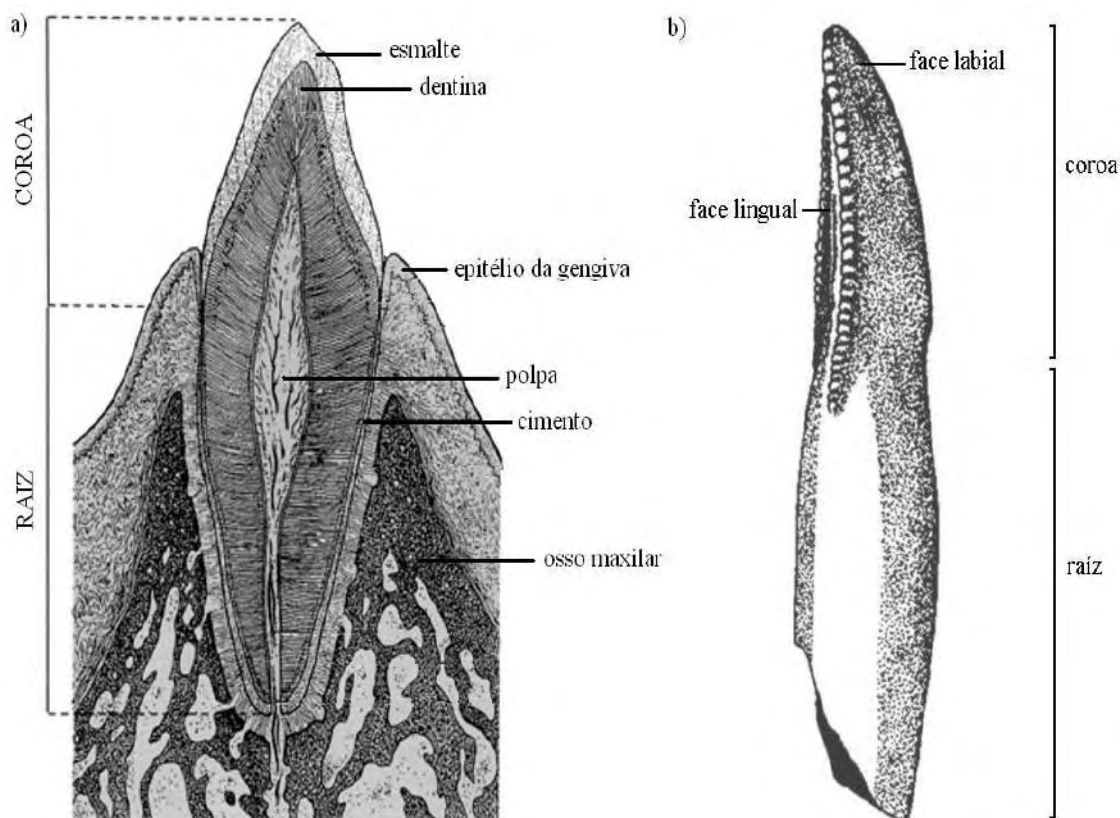


Figura 18. A estrutura do elemento dentário: (a) histologia dentária, com detalhe para os principais tecidos componentes (modificado de DELLA SERRA & FERREIRA, 1979) e (b) anatomia dentária, com detalhamento externo (modificado de CURRIE *et al.*, 1990).

### 1.2.3.3 - A evolução da estrutura dentária em Amniota

Segundo BENTON (1997), em uma condição plesiomórfica, os dentes em tetrápodos apresentam-se dispostos em uma série única marginal, inseridos diretamente nos ossos maxilares (**dentes marginais**) e sobre lâminas ósseas do pálato (**dentes palatais**). Como consta em CARROLL (1987), dentes inseridos diretamente nos ossos palatais são ausentes em alguns amniotas, especialmente sinápsidos e arcossaumorfos. Os dentes marginais, de acordo com a porção óssea com a qual estão vinculados, podem ser denominados **pré-maxilares**, **maxilares** e **mandibulares** (ROMER, 1956; CARROLL, 1987).

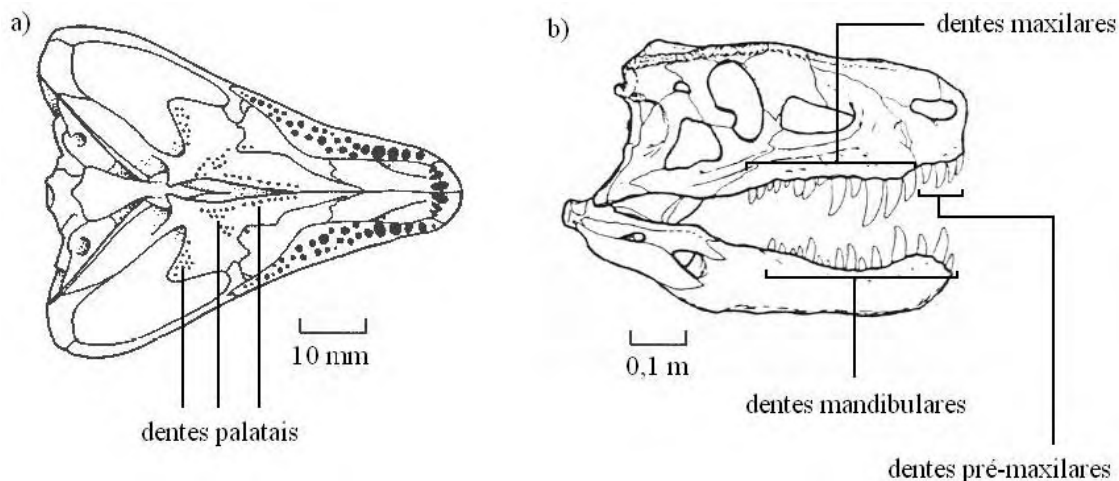


Figura 19. Classificação dos dentes tetrapodianos quanto à sua disposição: (a) reconstrução craniana em vista palatal de um amniota basal, *Captorhinus*, destacando os dentes palatais e (b) reconstrução de crânio e mandíbula em vista lateral de um diápsido derivado, *Postosuchus*, destacando os dentes marginais. Modificado de BENTON (1997).

Tradicionalmente a classificação dos elementos dentários, de acordo com seus padrões de implantação nos ossos maxilares, pode ser sintetizada em três condições básicas: **acrodonte**, **pleurodonte** e **tecodonte** (ROMER, 1956).

- Acrodonte = o dente encontra-se firmemente fusionado à porção externa do ramo maxilar.
- Pleurodonte = o dente encontra-se unido, por meio de tecido fibroso, a suaves depressões longitudinais situadas na porção interna dos ossos maxilares.
- Tecodonte = os dentes encontram-se implantados em alvéolos.

ROMER (1956) sugere também uma quarta condição, a qual denomina **subtecodonte**. Nesta condição a base dos dentes insere-se em soquetes rasos, separados uns dos outros por septos ósseos. O referido autor considera esta como a condição de implantação presente nas formas mais basais de amniotas, além de algumas formas diápsidas e sinápsidas (Pelycosauria) durante o intervalo permo-triássico. Reconhece, contudo, que uma determinação acurada da distribuição dos padrões de implantação dentária, entre tetrápodos fósseis, é bastante problemática.

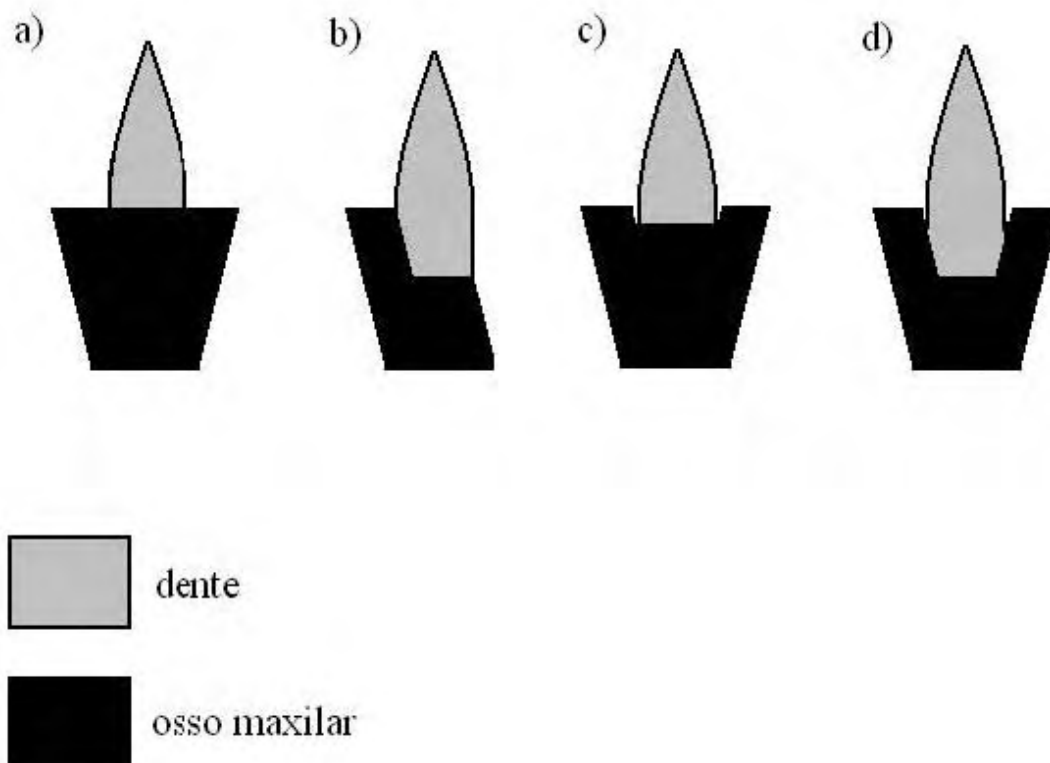


Figura 20. Classificação dos dentes tetrapodianos quanto aos padrões de implantação nos ossos maxilares: (a) acrodonte; (b) pleurodonte; (c) subtecodonte e (d) tecodonte. Baseado em ROMER (1956).

Segundo ROMER & PARSONS (1985) no registro fóssil a condição acrodonte é melhor caracterizada em procolofônidos (Eo/Neo-Triássico). Porém padrão similar é observado nos dentes marginais de alguns amniotas mais derivados, como placodontes (Eo/Neo-Triássico) e lepidossauromorfos Sphenodontia (Eo-Triássico/Holoceno).

Ainda ROMER & PARSONS (1985) sustentam que o padrão pleurodonte é bem documentado em lepidossauromorfos Squamata e possivelmente em algumas formas de Ichthyosauria do Eo-Triássico.

O tipo tecodonte foi registrado em uma diversidade maior de formas, incluindo pareiazauros (Neo-Permiano), alguns grupos de sauropterídeos (Eo-Triássico/Neo-Cretáceo), arcossauromorfos em geral, além de sinápsidos mais derivados (Therapsida, Mammalia e Mammalia).

Quanto ao formato, os dentes tetrapodianos apresentam, em condição plesiomórfica, uma única cúspide, de aspecto cônico simples (ROMER, 1956). Não

havendo uma significativa variação morfológica ao longo da série dentária, as formas mais basais são tidas como **homodontes** (CARROLL, 1987).

Os amniotas refinaram o padrão plesiomórfico, diversificando sua dentição em formas altamente especializadas. Captorrinomorfos, procolônidos e vários grupos de lepidossaumorfos, por exemplo, desenvolveram dentes mais alongados e recurvados ântero-posteriormente, para provável captura de presas (BENTON, 1997).

Representantes de Proganosauria (Eo-Permiano), em especial *Mesosaurus tenuidens*, desenvolveram dentes bastante alongados e afilados, dispostos em grande número ao longo das margens maxilares de dentárias, em uma provável adaptação para dieta suspensívora (BERTINI, 2000). Alguns Ophidia refinaram de modo particular, desenvolvendo canais marginais e/ou internos para inoculação de toxinas (ROMER, 1966; BERTINI, 2000).

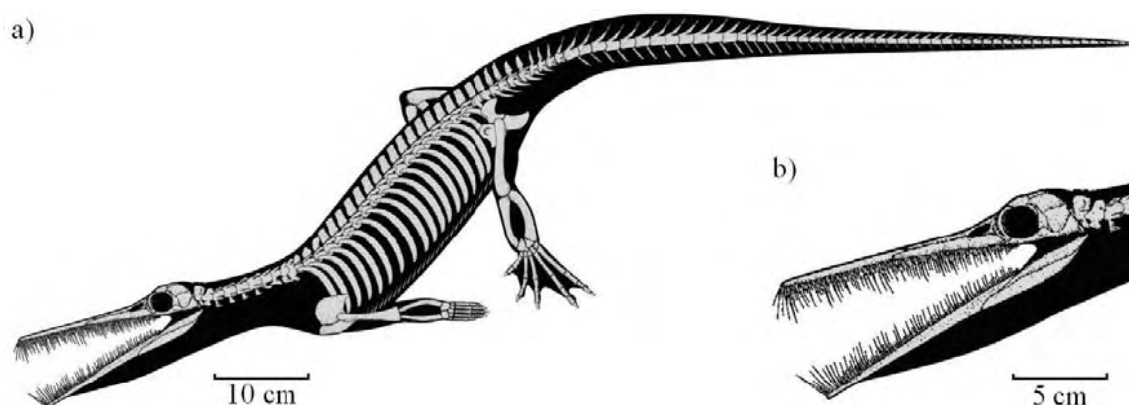


Figura 21. Reconstrução osteológica de um Proganosauria, *Mesosaurus tenuidens*: (a) esqueleto em vista lateral e provável postura de natação e (b) crânio e mandíbula em vista lateral, com detalhe da dentição. Crédito: Felipe A. Elias.

Entre os Archosauomorpha não ocorrem dentes palatais, contudo a dentição marginal preserva uma relativa homodontia (BENTON, 1997). Entretanto muitas formas basais, além de alguns Crocodylomorpha e Theropoda, caracterizaram-se por uma dentição marginal com razoável compressão lábio-lingual e margens bem definidas (carenas) denticuladas, em uma condição denominada **zifodonte** (ROMER & PARSONS, 1985; CURRIE *et al.*, 1990). Tal adaptação teria implementado um apreciável instrumento de dilaceração e corte para estas formas, de prováveis hábitos carnívoros.

Contudo foi a dieta herbívora que propiciou, através da necessidade de um refinamento no processamento da matéria vegetal, as mais significativas modificações no padrão dentário dos tetrápodos. Incluem-se entre exemplos os dentes em formato de cinzel, bem documentados em *Diadectomorpha* (Neo-Carbonífero/Eo-Permiano), considerados os mais antigos tetrápodos com uma provável dieta vegetariana (DIAS, 2000).

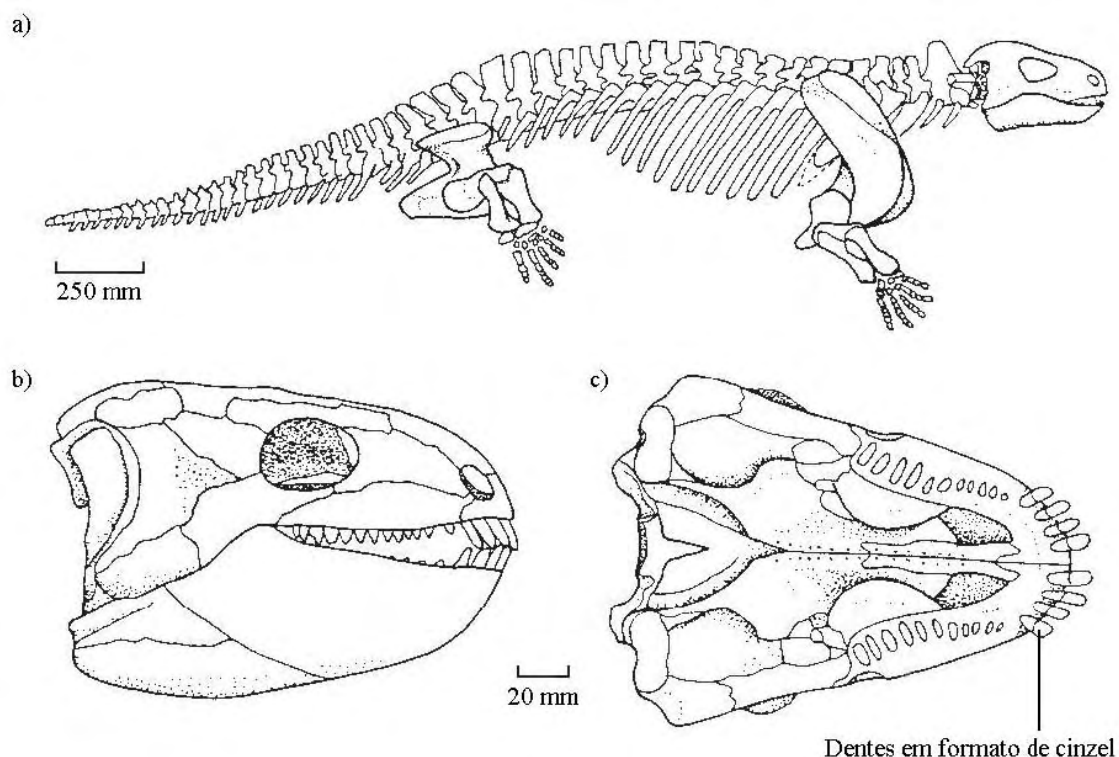


Figura 22. Reconstrução osteológica do diadectomorfo *Diadectes*: (a) esqueleto em vista lateral; (b) crânio e mandíbula em vista lateral e (c) crânio em vista palatal, destacando a dentição com adaptações à uma dieta herbívora. Modificado de BENTON (1997).

Entre os amniotas, algumas formas dinossaurianas são possivelmente as que melhor representam adaptações dentárias para uma dieta baseada em matéria vegetal. Incluem-se os dentes espatulados ou em formato de lápis documentados em saurópodos, além daqueles com formato de folha, acentuadamente comprimidos na porção mesoapical e com bordos serrilhados, disseminados entre vários dinossauros ornitíscuos (ROMER, 1966).

O aparecimento de dentes morfológicamente diferenciados (**heterodontia**) é documentado em algumas formas de dinossauros ornitópodos, como *Heterodontosaurus*, do Jurássico Inferior da África do Sul (BERTINI, 2000). Entre Crocodylomorpha, alguns representantes do clado “Notosuchia” desenvolveram elementos dentários altamente especializados, por vezes de estrutura análoga à observada em mamíferos (BERTINI, 2000; VASCONCELOS & NOBRE, 2001).

A heterodontia, contudo, é bem documentada em terápsidos e mamíferos (CARROLL, 1987; BENTON, 1997). Em cada um dos quadrantes dos maxilares a dentição se confina em uma única série, composta em sua porção pré-maxilar pela seqüência a seguir:

- Dois ou três **incisivos**, de aspecto geralmente cônico ou de cinzel, próprios para morder.
- Um **canino**, de aspecto cônico alongado e recurvado ântero-posteriormente, pontiagudo e bastante resistente, como utensílio de ataque e perfuração.
- Um conjunto variável de **pré-molares**, em geral associados à trituração do alimento.
- Um conjunto variável de **molares**, normalmente apresentando uma coroa de estrutura multicuspidada e destinados à maceração, no caso de herbívoros, ou corte, em carnívoros.

#### **1.2.3.4 - A utilização de dentes tetrapodianos isolados em Paleobiologia**

Por sua composição altamente mineralizada, os dentes tendem a compor uma das mais abundantes evidências de paleoavertebrados em depósitos fossilíferos (FARLOW *et al.*, 1991). Além da utilidade taxonômica reconhecida (FIORILLO & CURRIE, 1994), dentes podem, especialmente quando associados aos elementos cranianos, fornecer dados importantes sobre aspectos da dieta, taxa de crescimento e metabolismo de vários grupos de tetrápodos (JOHNSTON, 1979; CURRIE *et al.*, 1990; LINE, 2001).

Sua contribuição é, porém, consideravelmente limitada quando são submetidos à análise apenas elementos dentários isolados (FIORILLO & CURRIE, 1994). Nos



últimos anos, contudo, a preocupação com o refinamento da capacidade de reconhecimento de grupos tetrapodianos a partir de dentes desarticulados aumentou, pois podem representar instrumentos apreciáveis em análises e correlações bioestratigráficas, biocronológicas, paleoambientais e eventualmente paleoecológicas (CURRIE *et al.*, 1990).

Para dimensionar o atual estágio de conhecimento da aplicação de dentes tetrapodianos em Paleontologia faz-se necessária uma revisão de trabalhos prévios sobre o tema. Considerando sua extensão na literatura, optou-se por restringir as citações (em caráter panorâmico) a referências mais importantes ou àquelas cujas contribuições estão diretamente associáveis ao intervalo geológico (Cretáceo) ou agrupamento taxonômico (Amniota) de interesse neste estudo.

#### **1.2.3.4.a - Hemisfério Norte**

O histórico de investigação de dentes isolados de amniotas no Hemisfério Norte é longo, porém de certa forma pouco diversificado. Eventualmente foram realizadas investigações para diferentes grupos de amniotas, como é o caso, por exemplo, de MASSARE (1987). Desenvolvendo um estudo comparativo em diferentes formas marinhas mesozóicas (Ichthyosauria, Plesiosauroidea, Pliosauroida, Mosasauridae e Metryorhynchidae) correlacionou a morfologia dentária a possíveis hábitos alimentares.

Contudo é reconhecido que, uma significativa parcela das contribuições no âmbito de estudos de dentes isolados, presentes na literatura, é voltada à aplicação taxonômica para dinossauros Theropoda.

#### **A - Aplicações taxonômicas**

Entre os trabalhos pioneiros descrevendo dentes isolados deste grupo incluem-se LEIDY (1856), GILMORE (1924) e OSBORN (1924), através de materiais pertencentes a espécimes de pequeno porte provenientes de depósitos cretácicos de Canadá, Estados Unidos e Mongólia. Em nenhum deles, contudo, houve uma preocupação com a determinação de padrões morfológicos, que pudessem ser utilizados na identificação de dentes teropodomorfianos de maneira mais efetiva.

Neste sentido merece especial atenção o trabalho de EDMUND (1969). Nele dentes de dinossauros carnívoros são caracterizados pela presença de uma marcante compressão lábio-lingual, associada à ocorrência de carenas serrilhadas. Segundo o autor, tais características podem ser utilizadas para distingui-los de elementos dentários pertencentes a outros grupos de amniotas. Seriam incluídos os crocodylomorfos, eventualmente encontrados nos mesmos depósitos, cujos dentes raramente apresentam marcante compressão lateral e carenas serrilhadas.

Ainda sim, a utilização taxonômica de dentes teropodomorfianos, sem um critério rígido de análise morfológica, e um conhecimento refinado de composição e disposição dos elementos dentários ao longo dos maxilares, permitiu a identificação equivocada e a criação de inúmeros táxons a partir de materiais pouco diagnósticos.

Um dos mais significativos exemplos encontra-se em CARPENTER (1982). Através da investigação de restos de elementos juvenis, provenientes das formações Heel Creek e Lance, nos estados norte-americanos de Montana e Wyoming (respectivamente), o autor atribuiu alguns dentes isolados encontrados a dois *taxa* teropodomorfianos: *Paronychodon lacustris* e *Pectinodon bakkeri* (novo táxon).

CURRIE (1987) examinou novos materiais teropodomorfianos das mesmas unidades geológicas, incluindo dentes associados aos ramos maxilares e, através de uma revisão crítica de todo o registro prévio do grupo, reconheceu que ao menos *Pectinodon* representa, na verdade, sinônimo júnior do gênero teropodomorfiano *Troodon*.

Há apenas pouco mais de uma década o estudo de dentes isolados, até então restritos a uma abordagem macromorfológica, passou a utilizar-se de novos parâmetros metodológicos durante as análises.

CURRIE *et al.* (1990) introduziram, em caráter pioneiro, a utilização da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) na descrição de dentes teropodomorfianos, resgatados de horizontes fossilíferos neocretácicos da Formação Judith River em Alberta, Canadá. Os autores desenvolveram análise comparativa entre elementos isolados e articulados aos maxilares. Concluíram que os diferentes terópodos analisados guardaram em seus dentes características inerentes a cada grupo. Através da análise micromorfológica reconheceram diferenças significativas entre padrão, número e morfologia dos denticulos das carenas, parâmetros que estabeleceram como importantes no âmbito da identificação taxonômica.

FIORILLO & CURRIE (1994) apresentaram uma das primeiras tentativas de utilização da metodologia proposta por CURRIE *et al.* (1990), na identificação de

dentes de dinossauros terópodos do Neo-Cretáceo de Montana, Estados Unidos.

Tais trabalhos promoveram grande contribuição ao estudo taxonômico dos Theropoda, sendo largamente utilizados por inúmeros autores, nos anos seguintes, para a identificação de dentes isolados em diversos depósitos fossilíferos em América do Norte, Europa e Ásia. Exemplos desta contribuição podem ser considerados em RAUHUT (2002) e SWEETMAN (2004).

Em RAUHUT (2002) a metodologia proposta por CURRIE *et al.* (1990) foi aplicada em dentes isolados provenientes de depósitos barremianos da Província de Cuenca, Espanha, resultando na identificação de materiais com características similares às aquelas encontradas nos táxons neocretácicos norte-americanos *Richardoestesia*, *Paronychodon*, além de dromeossáurides Dromaeosaurinae e Velociraptorinae. Foram ainda identificados dentes sauropodomorfianos e ornitopodianos.

Em SWEETMAN (2004) o autor reconhece a primeira ocorrência de Velociraptorine para os depósitos do Eo-Cretáceo de Wealden, Inglaterra.

Constatou-se que não apenas dentes teropodomorfianos possuem utilidade taxonômica. Trabalhos desenvolvidos com ornitíscios, em especial Hadrosauria, Pachycephalosauria e Ankylosauria, definiram caracteres diagnósticos que permitem inferências taxonômicas a níveis bastante específicos (HORNER, 1990; COOMBS, 1990).

## **B - Aplicações quanto à morfologia funcional**

O trabalho de FARLOW *et al.* (1991) representa uma contribuição pioneira, no estudo da morfologia funcional dos dentes de dinossauros carnívoros e seu papel na apreensão das presas e no processamento do alimento. Através de comparações micro e macromorfológicas com diversos tetrápodos, fósseis e viventes, estes autores fizeram importantes inferências sobre aspectos funcionais, adicionando novos parâmetros de análise à metodologia proposta por CURRIE *et al.* (1990).

HOLTZ JR. *et al.* (1998) compararam os padrões de tamanho e espaçamento de dentículos entre dentes de dinossauros carnívoros e herbívoros. Estes autores constataram que em formas de hábitos vegetarianos inferidos, os dentículos tendem a apresentar maior tamanho e espaçamento entre si. Partindo deste princípio, os autores propuseram que o teropodomorfo *Troodon*, cujas interpretações até então sugeriam uma

dieta exclusivamente carnívora, pode na verdade ter desenvolvido hábitos onívoros, incluindo uma apreciável parcela de matéria vegetal em sua dieta.

ABLER (1992) realizou estudo detalhado do padrão de serrilhamento dos dentes de dinossauros Tyrannosauridae, inferindo sobre mecanismos de mordedura e prováveis estratégias de obtenção de alimento. Constatando similaridades entre a morfologia dentária destes terópodos com de certos lagartos varânides modernos, o autor sugeriu a possibilidade de uma estratégia predatória análoga: tiranossáurides poderiam ter desenvolvido culturas bacterianas nocivas na cavidade bucal, adicionando um poderoso componente infeccioso em sua mordida.

Ainda analisando dentes isolados associados a Tyrannosauridae, FARLOW & BRINKMAN (1994) focaram a atenção no desgaste dos dentículos das carenas. Encontraram padrões similares aos observados em dentes de carnívoros predadores viventes.

ERICKSON (1995) encontrou padrões de carenas duplas em diversos exemplares de dentes de Tyrannosauridae, provenientes de depósitos maastrichtianos de Canadá e Estados Unidos. O autor correlacionou tal desvio de padrão a possíveis patologias, traumas causados ainda em vida ou mesmo derivação genética.

A utilização de dentes de dinossauros, com aplicações taxonômicas e funcionais, na literatura, é ainda bem mais extensa. Contudo esta revisão preliminar proveu uma visão panorâmica do estágio atual dos trabalhos desta natureza que vêm sendo realizados no Hemisfério Norte. Mas diversos autores têm reconhecido, em anos mais recentes, outras importantes aplicações do estudo de dentes isolados, especialmente dinossaurianos, na Paleobiologia: a investigação destes materiais sob o ponto de vista microestrutural, por exemplo, ganhou adeptos nas últimas décadas.

### **C - Aplicações em estudos paleofisiológicos**

Destaca-se neste âmbito a contribuição de JOHNSTON (1979), que analisou padrões de crescimento anual em dentes de dinossauros (Tyrannosauridae, Coeluridae, Hadrosauridae, Ceratopsidae e Ankylosauridae) provenientes dos depósitos campanianos/maastrichtianos de Alberta, no Canadá. Ao constatar marcante descontinuidade na deposição de linhas de crescimento (**linhas de Owen**) ao longo do esmalte, sugeriu prováveis influências ambientais no desenvolvimento destes

dinossauros.

Segundo JOHNSTON (1979) características sedimentológicas e paleobotânicas indicariam um paleoambiente regional subtropical úmido, com baixa variação de temperatura média diária. Sugeriu que a discrepância no padrão das linhas de Owen, observada nos dentes analisados, remete a uma fisiologia possivelmente ectotérmica, e não endotérmica, como foi previamente proposto para estes dinossauros.

Contribuições de natureza similar incluem DAUPHIN (1988), ERICKSON (1996), TORII (1998), SANDER (1999), LINE (2000) e LINE(2001).

## **D - Aplicações tafonômicas**

O estudo de dentes isolados também tem sido reconhecido como potencialmente aplicável em investigações de âmbito tafonômico. DWYER (2004) constatou que a concentração de elementos químicos, incorporados à estrutura de apatita do esmalte dentário, pode ser utilizada como parâmetro de avaliação do grau de retrabalhamento de depósitos sedimentares.

### **1.2.1.4.b - Hemisfério Sul**

Trabalhos mencionando estudos de dentes tetrapodianos isolados, provenientes de depósitos cretácicos do Gondwana, ainda são escassos. Do registro publicado até o presente momento, uma significativa parcela menciona exemplares originários de depósitos em Norte da África e América do Sul, neste último caso, em especial de Argentina e Brasil. No âmbito desta sucinta revisão serão consideradas apenas as principais referências presentes na literatura.

#### **A - África**

Iniciando-se através de uma panorâmica pelo registro da África faz-se necessária a menção de STROMER (1915), contribuição na qual pode ser encontrada uma das primeiras citações sobre a ocorrência de paleovertebrados neste continente. Entre os

diversos fragmentos ósseos, resgatados de horizontes cenomanianos da Formação Barahiya, no Egito, o autor documentou dentes de dinossauros carnívoros isolados, incluindo exemplares de aspecto cônico alongado, com uma coroa subfacetada. Com base neste registro, associado a porções de esqueletos axial e apendicular, descreveu novos gênero e espécie, *Spinosaurus aegyptiacus*.

STROMER (1931), com base em fragmentos de outro dinossauro teropodomorfo, proveniente também da Formação Barahiya, descreveu *Carcharodontosaurus*. A designação genérica tem origem na similaridade de seus dentes àqueles do seláquio *Carcharodon*. Recentemente SMITH (2001) registrou uma nova ocorrência de elementos dentários teropodomorfianos para esta unidade, atribuídos pelo autor a pequenos dinossauros abelissáurides.

Dentes isolados, em especial pertencentes a crocodilomorfos e dinossauros teropodomorfos (*Spinosauridae* e *Carcharodontosauridae*) ocorrem ao longo de outras unidades do Norte da África, entre elas a região de Gadoufaoua (Aptiano), no Níger, e a Formação Chenini (Albiano), na Tunísia (TAQUET, 1982; SERENO *et al.*, 1996; BUFFETAUT & QUAJA, 2002).

RAUHUT & WERNER (1995), aplicando a metodologia de CURRIE *et al.* (1990), a partir de dentes isolados identificaram o clado Dromaeosauridae em depósitos da Formação Wadi Milk (Cenomaniano) no Sudão. A presença deste grupo de dinossauros carnívoros no continente africano foi possibilitada, segundo os autores, por uma efêmera conexão terrestre entre Europa e África durante o Eo-Cretáceo.

KELLNER & MADER (1995) identificaram dentes isolados, provenientes de depósitos albo-cenomanianos da Província de Ksar es Sousek, no Marrocos. A amostra descrita pelos autores incluiu dois elementos dentários associados a dinossauros *Spinosauridae*, um dente saurodomorfiano, um exemplar crocodilomorfiano e um outro atribuído a um provável pterossauro.

WELLNHOFER & BUFFETAUT (1999) documentaram diversos dentes isolados atribuídos a pterossauros nos depósitos cenomanianos da região de Kem-Kem, Sul do Marrocos. Um elemento dentário isolado de pterossauro foi também descrito por BENTON *et al.* (2000) para depósitos albianos da Tunísia.

JACOBS *et al.* (1996) descreveram, através de dentes isolados de morfologia zifodonte, dois mesoeucrocilianos, associados a depósitos cretácicos de Camarões e Malawi.

PRASAD & BROIN (2002) desenvolveram uma importante contribuição ao

estudo da morfologia dentária, através da Microscopia Eletrônica de Varredura. Aplicada em caráter pioneiro a formas crocodilomorfianas, compararam diversos grupos gondwânicos conhecidos, incluindo formas indianas, sul-americanas e africanas.

LARSSON & SIDOR (1999) descreveram alguns dentes crocodilomorfianos provenientes do Marrocos, e os associam tentativamente ao gênero *Hamadasuchus*.

Outros amniotas reconhecidos em depósitos africanos, a partir de dentes isolados, são plesiossauros e mosassauros (LINGHAM-SOLIAR 1991, 1998). Recentemente SIGOGNEAU-RUSSEL (1995) descreveu minúsculos dentes isolados, coletados em horizontes neocomianos do Marrocos, que atribuiu a pequenos mamíferos triconodontes.

## **B - América do Sul**

Na América do Sul, a Argentina é reconhecida pela riqueza e diversidade de restos tetrapodianos do Cretáceo. Dentes isolados são freqüentes em seus depósitos, em especial na Patagônia. Um dos mais antigos registros desta natureza foi realizado por DEL CORRO (1966). A partir de quatro exemplares, provenientes da Província de Chubut, interpretou a ocorrência do gênero *Megalosaurus*, um dinossauro terópodo, no Cretáceo Superior argentino.

BONAPARTE *et al.* (1985) registraram a ocorrência de diversos dentes isolados de teropodomorfos em depósitos neocretácicos da Patagônia argentina, muitos deles associados a elementos ósseos de dinossauros herbívoros.

A partir de um único dente isolado, proveniente do Membro Cerro Castaño da Formação Cerro Barcino (Grupo Chubut, Aptiano da Patagônia), VICKERS-RICH *et al.* (1999) reconheceram o clado Carcharodontosauridae, em uma de suas mais basais ocorrências estratigráficas.

BUSCALIONI *et al.* (1996) desenvolveram um dos primeiros estudos detalhados de variação e morfologia dentária em teropodomorfos gondwânicos. Analisando dentes isolados de formas argentinas constataram dois padrões morfológicos distintos nos dentículos das carenas, aos quais denominaram “*chisel-like*” e “*hooked-like*”. Comparando os dados obtidos, com características observadas em espécimens de táxons laurásianos, os autores consideraram significativas diferenças entre a morfologia dos elementos dentários pertencentes a espécies de pequeno porte, daquelas grandes.

## C - Brasil

### C.1 - Primeiros registros

No Brasil os primeiros registros formais da ocorrência de dentes isolados de tetrápodos foram realizados por WOODWARD (1910). A partir de materiais provenientes do Município de São José do Rio Preto, no interior do Estado de São Paulo, o autor interpretou a ocorrência do sauropodomorfo basal “*Thecodontosaurus*”.

PACHECO (1913) correlacionou alguns elementos dentários e um fêmur, coletados em horizontes associáveis à atual Formação Adamantina do Norte do Estado de São Paulo, ao teropodomorfo “*Megalosaurus*”. BERTINI (1994b) considerou tanto a identificação de WOODWARD (1910) quanto a de PACHECO (1913) como equivocadas, com base em discrepâncias paleogeográfica e biocronológica destes táxons, em relação aos depósitos cretácicos desta unidade.

ROXO (1929), com base em uma série de dentes isolados coletados em afloramento próximo ao Município de Presidente Prudente, descreveu uma nova espécie de crocódilomorfo, “*Pholidosaurus milwardi*”. Anos depois, com base em alguns elementos ósseos fragmentados, incluindo um dente completo coletado no Estado de São Paulo, o mesmo autor descreveu outro crocódilomorfo, “*Goniopholis paulistanus*”, ao qual atribuiu afinidades com o Clado Goniopholidae (ROXO, 1935 a).

ROXO (1935 b), com base em elementos cranianos e pós-cranianos isolados, incluindo dentes preservados, desenvolveu a revisão taxonômica de um crocódilomorfo proveniente de depósitos cretácicos do Estado da Bahia, compondo importantes considerações sobre a idade destes horizontes e sua provável associação ao Eo-Cretáceo.

PRICE (1950 a), também com base em dentes isolados, coletados no Estado de São Paulo, descreveu outro crocódilomorfo, *Sphagesaurus huenei*. O mesmo autor, dez anos depois, reconheceu pela primeira vez, a partir de um único exemplar proveniente de um furo de sondagem no Estado do Amazonas, um dente teropodomorfiano em depósitos sedimentares brasileiros (PRICE, 1960).



## C.2 - Bacia Bauru

Até o presente grande parte das contribuições presentes na literatura, enfocando dentes isolados de tetrápodos, refere-se a materiais oriundos do registro sedimentar neocretácico da Bacia Bauru, na concepção de FERNANDES & COIMBRA (1996).

BERTINI *et al.* (1993) documentaram um ramo mandibular de um mamífero contendo um pré-molar, proveniente de afloramento próximo ao Município de Santo Anastácio (Formação Adamantina). Foi associado pelos autores a um provável placentário, sendo o único registro mamaliano do Cretáceo brasileiro até o momento.

Considerando, contudo, que elementos dentários dinossaurianos são muito mais comuns nestes depósitos, o número de trabalhos com enfoque específico ao grupo é mais abrangente, ganhando maior destaque a partir da metade dos anos 1990.

Um dos primeiros autores a considerar a potencialidade deste tipo de abordagem para estudos paleobiológicos foi KELLNER (1995), que analisou dentes teropodomorfianos provenientes de Peirópolis, Triângulo Mineiro, a partir da metodologia proposta por CURRIE *et al.* (1990). O autor definiu seis categorias distintas, porém não atribuiu qualquer exemplar a um táxon específico.

BERTINI (1996) noticiou um fragmento de pré-maxilar e um dente isolado, provenientes do Município de Santo Anastácio, Sudoeste do Estado de São Paulo. Atribuiu a amostra aos Abelisauridae, representando o primeiro registro destes teropodomorfos no Brasil.

FRANCO (1999) investigou dentes teropodomorfianos oriundos das formações Adamantina e Marília, com enfoque na Microscopia Eletrônica de Varredura, e associou alguns dos exemplares a grupos anteriormente considerados exclusivamente laurasianos: Velociraptorinae, Dromaeosaurinae, Troodontidae, além de uma forma similar a *Richardoestesia gilmorei*. Sugeriu também a ocorrência de três grupos taxonômicos endêmicos, cuja morfologia dentária não se encaixa em nenhum dos modelos propostos anteriormente por CURRIE *et al.* (1990). FRANCO (1999) discutiu o valor taxonômico de alguns dos parâmetros metodológicos sugeridos por CURRIE *et al.* (1990), em especial número de dentículos por milímetro presentes nas carenas.

CANDEIRO (2002) desenvolveu análise de dentes de dinossauros carnívoros isolados, provenientes de afloramentos da Formação Marília do Estado de Minas Gerais. Como resultado reconheceu, a partir da amostragem, os clados Abelisauridae e Carcharodontosauridae, além de teropodomorfos indeterminados. O autor também

revisou os exemplares da Formação Marília, analisados por FRANCO (1999) e atribuídos a Velociraptorinae, Dromaeosaurinae e Troodontidae. Discordando das conclusões da autora, sugeriu uma reatribuição dos referidos materiais a clados predominantemente gondwânicos, como Abelisauridae e Carcharodontosauridae.

Através da investigação de dentes isolados, coletados em afloramentos dos municípios de Jales, Flórida Paulista, Santo Anastácio e Alfredo Marcondes, Estado de São Paulo, CANDEIRO *et al.* (2002) reconheceram características que os levaram a identificação de Abelisauridae, Carcharodontosauridae e Spinosauridae. Contudo BERTINI & FRANCO-ROSAS (2003) consideraram tal identificação equivocada, apontando discrepâncias paleogeográficas e biocronológicas nesta interpretação.

Outra evidência sobre a presença de teropodomorfos no Neo-Cretáceo do Brasil é documentada em SILVA & KELLNER (1998), a partir de dois dentes isolados, um proveniente das cercanias de Serra da Galga e o outro do Morro do Cambambe, no Estado do Mato Grosso. Para esta segunda localidade foram ainda reportados elementos dentários teropodomorfianos e sauropodomorfianos, alguns dos primeiros associados a Velociraptorinae (MARCONATO *et al.*, 2001; FRANCO-ROSAS, 2001).

Eventualmente dentes de crocódilomorfianos “Sebecosuchia”, com coroa lábio-lingualmente comprimida e carenas serrilhadas, encontrados nos depósitos neocretácicos do Sudeste brasileiro, são equivocadamente confundidos com formas teropodomorfianas. RIFF & KELLNER (2001), desenvolvendo análise da dentição de um representante deste clado (*Baurusuchus pachecoi*), concluíram que características associadas à cavidade pulpar e ornamentação do esmalte representariam ferramentas de distinção entre estes morfótipos no âmbito de elementos dentários isolados.

O conceito foi ampliado na contribuição de FRANCO-ROSAS (2004), que desenvolveu extensa análise da microestrutura do esmalte de dentes crocódilomorfianos, teropodomorfianos e sauropodomorfianos, provenientes de diversas unidades cretácicas brasileiras. A autora verificou que existem padrões distintos entre exemplares dos três grupos taxonômicos, o que caracterizaria um parâmetro diagnóstico bastante seguro em um âmbito taxonômico mais amplo. Reconheceu contudo que, para uma identificação mais específica, estes mesmos parâmetros não são diretamente aplicáveis. O trabalho discutiu ainda a metodologia desenvolvida por CURRIE *et al.* (1990), largamente aplicada na literatura específica, questionando a confiabilidade de alguns dos caracteres admitidos como diagnósticos para a caracterização de dentes isolados de tetrápodos.


### C.3 - Bacias marginais

No Nordeste brasileiro, o registro de elementos dentários isolados, inequivocadamente dinossaurianos, é bem documentado na Bacia São Luís-Grajaú (ver ELIAS *et al.*, 2005). Através de investigações com exemplares desta natureza foram reconhecidos sauropodomorfos e clados teropodomorfianos como Carcharodontosauridae, Spinosauridae e Dromaeosauridae (FERREIRA, 1991; FERREIRA *et al.*, 1992; EUGÊNIO, 1994; VILAS-BÔAS, 1999; VILAS BÔAS *et al.*, 1999; MEDEIROS & VILAS BOAS, 1999; MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2003; ELIAS *et al.*, 2004; MEDEIROS, 2005).

Dentes de crocódilomorfianos também são comuns, com ocorrências mais expressivas, na Unidade Indiferenciada e na Formação Alcântara (PRICE, 1960; CARVALHO & CAMPOS, 1988; FERREIRA *et al.*, 1992; CARVALHO, 1994; EUGÊNIO, 1994; MEDEIROS, 2001; NOBRE *et al.*, 2002; ELIAS *et al.*, 2004).

BUFFETAUT *et al.* (2004) descreveram um dente teropodomorfiano incrustado em uma seqüência de vértebras cervicais pterossaurianas. O material, cuja origem é atribuída à Formação Santana (Aptiano/Albiano), Bacia do Araripe, foi associado a Spinosauridae.

Dentes isolados de grandes amniotas marinhos, incluindo plesiossauros e mosassauros, foram registrados na Formação Gramame (Maastrichtiano) da Bacia Pernambuco-Paraíba; formações Cotinguiba (Cenomaniano/Coniaciano) e Calumbi (Campaniano) da Bacia Sergipe-Alagoas; e Formação Alcântara (Albiano/Cenomaniano) da Bacia São Luís-Grajaú (PRICE 1953a, 1957; EUGÊNIO, 1994; CARVALHO *et al.* 1995, 1997; CARVALHO *et al.*, 1997; VILAS BÔAS & CARVALHO 1999, 2001; BENGSTON & LINDGREN, 2005).

Bacia	Grupos *	
Bauru	<u>Crocodylomorpha</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Notosuchia”</li> <li>• Goniopholidae</li> <li>• “Sebecosuchia”</li> </ul> <u>Dinosauria</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauropoda</li> <li>• Dromaeosauridae</li> <li>• Troodontidae</li> <li>• Abelisauridae</li> <li>• Carcharodontosauridae</li> <li>• Spinosauridae</li> </ul> Mammalia <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eutheria</li> </ul>	 <p>○ Regiões de ocorrência de dentes tetrapodianos isolados cretácicos</p>
Araripe	<u>Dinosauria</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spinosauridae</li> </ul>	
Recôncavo	<u>Crocodylomorpha</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goniopholidae</li> <li>• Pholidosauridae</li> </ul>	
São Luís-Grajaú	<u>Crocodylomorpha</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Notosuchia”</li> <li>• Pholidosauridae</li> <li>• Eusuchia</li> </ul> <u>Dinosauria</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sauropoda</li> <li>• Dromaeosauridae</li> <li>• Carcharodontosauridae</li> <li>• Spinosauridae</li> </ul> <u>Mosasauridae</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mosasaurinae</li> </ul> <u>Sauropterygia</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plesiosauria</li> </ul>	
Pernambuco-Paraíba	<u>Mosasauridae</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mosasaurinae</li> <li>• Plioplatecarpinae</li> </ul> <u>Sauropterygia:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plesiosauroidae</li> </ul>	
Sergipe-Alagoas	<u>Mosasauridae</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mosasaurinae</li> <li>• Plioplatecarpinae</li> </ul>	

\* Inferências taxonômicas segundo a literatura.

Figura 23. Relação e localização de algumas das principais ocorrências registradas de dentes isolados, em depósitos reconhecidamente cretácicos, de bacias sedimentares brasileiras. Crédito: Felipe A. Elias.

### 1.2.4 - Paleontologia da Bacia de São Luís-Grajaú

A Bacia São Luís-Grajaú possui um conteúdo fóssil rico e diversificado. Com ocorrências em praticamente todas as unidades de sua sucessão, da base até próximo ao topo, merece uma especial atenção pela notável semelhança de suas assembléias com aquelas representadas em diversos depósitos cronocorrelatos no Norte e Noroeste do continente africano. A importância do registro fossilífero maranhense, sob este ponto de vista, reside no seu notável potencial no âmbito de investigações de caracteres paleogeográfico e paleobiogeográfico.

#### 1.2.4.1 - Histórico e os principais registros

Algumas das primeiras ocorrências fossilíferas, associadas aos depósitos cretácicos que atualmente correspondem à Bacia São Luís-Grajaú, incluem SILVA-SANTOS (1945, 1947) e PRICE (1947), focando aspectos paleozoológicos.

Na mesma linha de investigação OLIVEIRA (1958) reconheceu uma das primeiras espécies de gastrópodos da Bacia São Luís-Grajaú. O material investigado, originário de um afloramento situado na Praia de São Marcos, Município de São Luís, foi atribuído a *Nerinea pontagrossensis*. Na época tal achado possibilitou a atribuição, para estes depósitos, de uma idade cenomaniana/turoniana.

Em estudo posterior KLEIN & FERREIRA (1979) descreveram moluscos bivalvíos na Formação Alcântara, ao longo da Baía de São Marcos, a partir de materiais resgatados de afloramentos em São Luís e Alcântara. A diversidade descrita para esta malacofauna, onde predominam formas associadas a ambientes costeiros, inclui Mytilidae, Innoceramidae, Pectinidae, Plicatulidae, Limidae, Ostreidae, Trigonidae e Mactridae.

FERREIRA *et al.* (1992) relacionaram ocorrências em Ponta do Farol e Ilha de Guarapirá de bivalvíos dos gêneros *Brachidontes*, *Chlamys*, *Neithea*, *Plicatula*, *Acesta*, *Lopha*, *Pterotrigonia*, *Molinoides*, *Paranomia*, entre outros.

Registros de moluscos também foram reconhecidos para horizontes do eo/meso-Albiano das regiões de Itapecuru-Mirim e Coroatá. Citações incluem formas de águas continentais, como *Anodonta* e *Paranomia*, assim como variedades marinhas costeiras,

incluindo *Granocardium* e *Trigonarca* (FERREIRA *et al.*, 1992; MIRANDA & ROSSETTI, 2005).

BARROS & SANTOS (1997) recorreram também a ocorrências de moluscos, associados a ambientes límnicos, na seqüência inferior da Formação Codó. Registros de invertebrados para esta unidade abrangem ainda ostrácodos e conchostráceos (LIMA, 1982; FERREIRA *et al.* 1991, 1992; RAMOS *et al.*, 2005)

O conhecimento sobre o registro paleobotânico no âmbito da Bacia São Luís-Grajaú é ainda escasso. Algumas contribuições da literatura incluem MEDEIROS (2001) e MEDEIROS & SCHULTZ (2001), que descreveram impressões foliares e ramos de Sphenophyta, troncos mineralizados com óxido de ferro de Pterophyta e troncos silicificados de Coniferophyta. Descrição de oogônios de carófitas pode ser encontrada em VICALVI & CARVALHO (2002), para depósitos do Albiano da região de Pirapemas, interior do Estado do Maranhão.

A Paleopalínologia tem se destacado no que concerne a estudos paleoclimáticos e paleoambientais na Bacia São Luís-Grajaú. Entre as principais contribuições na literatura pode-se citar LIMA (1982), BATISTA (1992), PEDRÃO *et al.* (1993 a, b, c), ARAI (2001) e ANTONIOLI (2001).

#### **1.2.4.2 – Paleovertebrados**

##### **1.2.4.2.a – Paleoictiofauna**

O registro paleoictiológico da Bacia São Luís-Grajaú é bastante expressivo. Alguns dos primeiros trabalhos paleontológicos no Estado do Maranhão foram realizados com base em exemplares fósseis da porção basal da Formação Codó (SILVA-SANTOS 1945, 1947). Contribuições subseqüentes, realizadas no mesmo contexto estratigráfico, revelaram ampla variedade de formas, tais como representantes dos gêneros *Nymphaeites*, *Dastilbe*, *Vinctifer* e *Cladocyclus*, assim como um novo táxon, *Codoichthys carnavalli* (SILVA-SANTOS 1974, 1990, 1994; DUARTE & SILVA-SANTOS, 1993).

O Grupo Itapecuru também apresenta um registro bastante significativo. PRICE (1960) realizou a primeira descrição de material paleoictiológico, proveniente de

depósitos de neo-Albiano/eo-Cenomaniano na Baía de São Marcos. Seu trabalho incluiu espécimes de Elasmobranchii, Dipnoi e Actinopterygii.

CUNHA & FERREIRA (1980), através de placas dentárias resgatadas em afloramento no Porto Itaqui, Município de São Luís, descreveram o primeiro dipnoiforme fóssil para esta bacia. Associaram o material a *Ceratodus brasiliensis*. Escamas associadas ao gênero *Lepidotes* (Semionotiformes) foram identificadas posteriormente por CARVALHO & SILVA (1992).

EUGÊNIO (1994), baseando-se em materiais oriundos da Praia da Baronesa, registrou a ocorrência de dentes de Myliobatiformes, Enchodontidae e Sparidae, além de escamas de Semionotiformes.

CARVALHO (1997) e CARVALHO & MAISEY (1999) descreveram brevemente peixes fósseis dos grupos Semionotiformes, Mawsoniidae e Axelrodichthyidae, ocorrentes em diversos depósitos da Baía de São Marcos.

DUTRA & MALABARBA (2001), com base em vários materiais resgatados ao longo de falésias litorâneas do Município de Alcântara, documentaram a ocorrência de condríctios Myliobatiformes (*Myliobatis* sp.) e escamas de Lepisosteidae.

Finalmente PEREIRA & MEDEIROS (2003) identificaram os gêneros *Eotrigonodon* e *Stephanodus* (ambos Neopterygii), *Onchopristis* (Rajiformes) e *Bartschichthys* (Bartschichthyidae), considerando dentes e espinhos provenientes do afloramento Falésia do Sismo, na Ilha do Cajual.

Na mesma localidade, o afloramento conhecido como Laje do Coringa apresenta ampla diversidade de material paleoictiológico, incluindo coprólitos. Os principais registros incluem os gêneros *Mawsonia* (Mawsoniidae), *Lepidotes* (Semionotiformes) e *Tribodus* (Hybodontoidae), além de materiais atribuídos a Pycnodontiformes (MEDEIROS, 2001; SOUTO, 2001; SILVA & MEDEIROS, 2003; SOUSA *et al.*, 2004).

Contudo a Laje do Coringa merece destaque por registro de dipnoiformes, que inclui uma respeitável diversidade. MEDEIROS (2001) e MEDEIROS & SCHULTZ (2001) descreveram placas dentárias atribuídas a uma forma encontrada no Norte africano.

Prováveis Ceratodontidae foram documentados por SOUSA *et al.* (2003). CASTRO *et al.* (2003, 2004a) apontaram a ocorrência de *Asiatoceratodus* cf. *tiguidiensis*, cuja distribuição também inclui depósitos cronocorrelatos do Norte

africano. MEDEIROS (2001) havia identificado o mesmo material, em caráter preliminar, como *Arganodus* sp.

SOUSA *et al.* (2005) registraram a ocorrência de novos morfótipos de placas dentárias de dipnoiformes, alguns com características comparáveis às aquelas encontradas em formas do Paleoceno da Bolívia. TOLEDO *et al.* (2005) anunciaram material inédito de *Protopterus humei*, previamente descrito para depósitos do Campaniano do Egito.

Com frequência menor, trabalhos têm focado ocorrências paleoictiológicas para os depósitos do eo/meso-Albiano, associados à Unidade Indiferenciada, do interior do Estado do Maranhão. Estas contribuições incluem descrições de fragmentos provenientes de horizontes nas proximidades dos municípios de Itapecuru-Mirim e Coroatá, entre eles placas dentárias de Dipnoiformes (*Asiatoceratodus*), espinhos de nadadeira de Hybodontoida (cf. *Tribodus limae*), escamas de Semionotiformes, Polypteridae e Bartschichthyidae (*Bartschichthys* sp.), dentes de Amiiiformes e Eotrigonidae, fragmentos de Mawsonidae (*Mawsonia* cf. *gigas*) e Pycnodontiformes (FERREIRA, 1991; FERREIRA *et al.*, 1992; CARVALHO, 1997; DUTRA & MALABARBA, 2001).

#### **1.2.4.2.b - Amniotas não-arcossaurianos**

Até o presente momento, o registro fóssil tetrapodiano da Bacia São Luís-Grajaú apresentado na literatura compõe-se de amniotas, incluindo testudinos, sauropterígijs, lepidossauromorfos e arcossauromorfos.

Os três primeiros agrupamentos possuem registros de ocorrências concentrados nos depósitos do neo-Albiano/eo-Cenomaniano da Formação Alcântara. A exceção fica por conta de PAZ & ROSSETTI (2001), que registraram fragmentos de carapaças de testudinos em níveis da seqüência superior da Formação Codó, sem entretanto desenvolverem maiores detalhamentos.

Testudinos são melhor representados em afloramentos da Formação Alcântara na Baía de São Marcos, cujos restos fósseis são atribuídos a pleurodiros (PRICE, 1960; CARVALHO & GONÇALVES, 1994; EUGÊNIO, 1994; KISCHLAT & CARVALHO, 2000; MORAES-SANTOS *et al.*, 2001).

Segundo VILAS BÔAS & CARVALHO (1997), CARVALHO *et al.* (1997) e MARINHO *et al.* (2004), sauropterígijs estariam representados apenas por dentes.



Atribuídos ao clado Plesiosauria. Sua ocorrência é restrita ao conglomerado fossilífero Laje do Coringa.

Do mesmo modo está contextualizada a ocorrência de Mosasauridae (Lepidosauromorpha). Com ocorrência também restrita à Baía de São Marcos, porém apenas na Praia da Baronesa, seu registro é igualmente baseado em dentes. EUGÊNIO (1994) fez o primeiro reconhecimento do grupo, associando um conjunto de elementos dentários ao gênero *Globidens*. Contudo VILAS BÔAS & CARVALHO (1999) discordaram desta interpretação, sugerindo que a descrição seria incompatível com a caracterização morfológica atribuída a este táxon. Os resultados de sua investigação apontaram o clado Mosasaurinae, cuja ocorrência é freqüente em depósitos do Neo-Cretáceo das bacias Sergipe-Alagoas e Pernambuco-Paraíba (VILAS BÔAS & CARVALHO, 2001).

#### **1.2.4.2.c – Arcossauromorfos**

Entre os grupos de amniotas registrados na Bacia São Luís-Grajaú, restos atribuídos a arcossauromorfos estão entre os mais abundantes, sendo encontrados na Formação Codó, Unidade Indiferenciada e Formação Alcântara (PAZ & ROSSETTI, 2001; ROSSETTI *et al.*, 2001 b; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001).

#### **A – Crocodilomorfos**

A ocorrência de crocodilomorfianos nas unidades que compõem esta bacia é quase inteiramente baseada em material dentário, além de eventuais placas dérmicas. Coprólitos possivelmente crocodilomorfianos foram também documentados (SOUTO, 2001). Contudo a maioria dos trabalhos, nos quais são relacionados, não é suficientemente aprofundada no âmbito sistemático, resumindo-se a citações de ocorrências.

PRICE (1960) desenvolveu a primeira descrição de material crocodilomorfiano, a partir de fragmentos resgatados em afloramentos da Baía de São Marcos, Formação Alcântara.

EUGÊNIO (1994) identificou alguns exemplares dentários provenientes da Praia da Baronesa. A autora atribuiu os morfótipos a Pholidosauridae (Mesoeucrocodylia) e Crocodylidae (Eusuchia). Para o mesmo afloramento VILAS BÔAS (1999) reconheceu dentes crocodilomorfianos zifodontes e os associou a Trematochampsidae (Mesoeucrocodylia).

MEDEIROS (2001) descreveu alguns dentes originários da Laje do Coringa, sem contudo aprofundar-se no âmbito taxonômico. Para o mesmo afloramento NOBRE *et al.* (2002) promoveram descrições de dentes e placas dérmicas. Os autores tentativamente associaram o material a Pholidosauridae. Novos morfótipos dentários crocodilomorfianos foram apresentados por ELIAS *et al.* (2004), com *status* taxonômico indeterminado.

O crocodilomorfo mais completo até o momento descrito para a Bacia São Luís-Grajaú é do Albiano, proveniente de horizontes próximos ao Município de Itapecuru-Mirim, que poderiam ser atribuídos à Unidade Indiferenciada de ROSSETTI & TRUCKENBRODT (1997). Com base em dentes isolados, de aspecto molariforme, CARVALHO & CAMPOS (1988) descreveram *Candidodon itapecuruense* inicialmente como um mamífero triconodonte. Posteriormente CARVALHO (1994) redefiniu o táxon como um crocodilomorfo “Notosuchia” (Mesoeucrocodylia), sendo o primeiro registro de uma forma deste grupo com heterodontia verdadeira.

Em análise de osteologia craniana NOBRE & CARVALHO (2002) apontaram semelhanças com uma forma das “Dinosaur Beds” de Malawi, na África (Distrito de Karonga), *Malawisuchus mwakasyungutiensis*. O pós-crânio foi descrito em seguida (NOBRE, 2004).

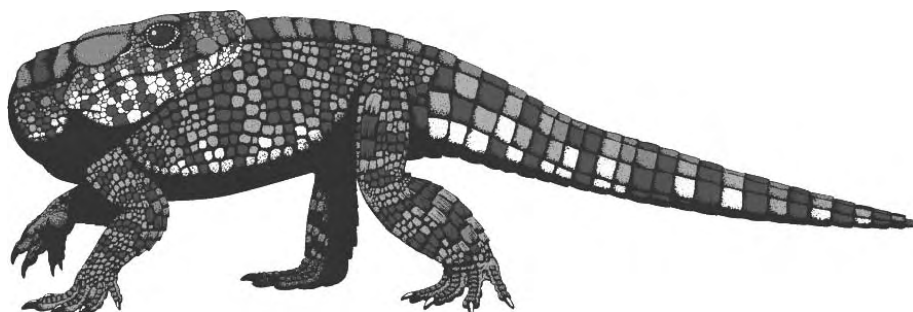


Figura 24. Concepção paleoartística da aparência aproximada de *Candidodon itapecuruense*. Ilustração: Felipe A. Elias.

*Candidodon* não é o único exemplo de Crocodylomorpha proveniente da região de Itapecuru-Mirim. Anteriormente FERREIRA *et al.* (1992) citaram a ocorrência de inúmeros dentes fragmentados, atribuídos ao grupo, nas margens do Rio Itapecuru.

Materiais atribuídos a crocodilomorfos também constam em PAZ & ROSSETTI (2001), para a seqüência superior da Formação Codó, neo-Aptiano /eo-Albiano.

## **B - Dinossauros**

A Bacia São Luís-Grajaú possui um importante e distinto registro de formas dinossaurianas. O primeiro autor a reconhecer sua importância foi PRICE (1947), que assinalou vértebras de dinossauros saurópodos em depósitos da unidade atualmente conhecida como Formação Alcântara, na Baía de São Marcos, Norte do Estado do Maranhão. Também registrou ocorrências nas ilhas Medo, Cajual e Livramento.

Posteriormente PRICE (1960) descreveu, para horizontes ainda na região, fragmentos ósseos sauropodomorfianos e dentes atribuídos a teropodomorfos. Após estes trabalhos, o registro de dinossauros para os sedimentos do Albiano/Cenomaniano da Bacia de São Luís-Grajaú foi quase inexistente.

Uma nova etapa de comunicações de ocorrências teve início há pouco mais de dez anos (ver ELIAS *et al.* 2005). Algumas das primeiras contribuições desta fase podem ser encontradas em EUGÊNIO (1994), no qual a autora descreveu diversificado material teropodomorfiano, que incluiu dentes, ílio, fragmentos de fêmur e pegadas, provenientes das localidades ilhas Medo e Livramento, Ponta da Guia e Praia da Baronesa. Todos os elementos apresentados nesta contribuição foram associados a “Carnosauria”.

Em CARVALHO (1994), pistas de dinossauros foram descritas para a Ponta da Guia, Baía de São Marcos. CARVALHO & ARAÚJO (1995) e CARVALHO (2001) destacaram a importância do registro icnofossilífero dinossauriano da Formação Alcântara, incluindo ocorrências, além da Ponta da Guia (“carnossauros”), em pelo menos cinco localidades: Ponta do Farol (teropodomorfos indeterminados), Praia do Boqueirão (ornitópodos), Ilha do Medo (ornitópodos e ornitísquios quadrúpedes), Praia da Baronesa (“carnossauros”) e Prefeitura de Alcântara (saurópodos e “celurossauros”).

VILAS-BÔAS (1999), com base em morfótipos dentários provenientes da Praia da Baronesa, reconheceu o clado Dromaeosauridae. Em VILAS BÔAS *et al.* (1999) três dentes isolados de teropodomorfos, oriundos das ilhas Livramento e Cajual, foram

associados ao gênero *Carcharodontosaurus*, cuja distribuição era até então restrita aos depósitos cretácicos do Norte africano.

MEDEIROS & VILAS BÔAS (1999) atestaram a Laje do Coringa, Ilha do Cajual, como um importante *bone bed*, onde materiais dinossaurianos são numerosos, porém bastante fragmentários. Incluíram a ocorrência de dentes bastante peculiares, com morfologia associada a teropodomorfos bem representados no Norte africano, do gênero *Spinosaurus*. Com uma representação restrita, a atribuição deste morfótipo ocorreu em caráter tentativo, levando em consideração uma maior similaridade da associação paleobiótica encontrada na Formação Alcântara com as norte-africanas.

Além da significativa quantidade de morfótipos dentários, teropodomorfos são também representados na Laje do Coringa por materiais fragmentados, incluindo parcelas do esqueleto axial e elementos apendiculares.

MEDEIROS (2001) e MEDEIROS & SCHULTZ (2001, 2002) atribuíram um centro vertebral a *Carcharodontosaurus*. Também documentaram a presença provável de *Sigilmassasaurus brevicollis*, com base em duas vértebras caudais, de morfologia muito similar àquelas registradas por RUSSELL (1996), resgatadas de depósitos em Tafilalt, no Marrocos. Por fim descreveram material similar ao oriundo do Saara Central, descrito por LAPPARENT (1960) como *Bahariasaurus ingens* (teropodomorfo). Destacaram, contudo, o caráter inconclusivo da identificação.

MEDEIROS (2003) documentou a ocorrência de uma vértebra, possivelmente dorsal, na qual foram encontradas estreitas similaridades àquelas descritas para *Spinosaurus aegyptiacus*, do Cenomaniano do Egito. Reconhecendo que o material maranhense é demasiadamente fragmentado para uma atribuição específica, o autor interpretou o achado como uma provável confirmação da ocorrência do gênero no Nordeste brasileiro, durante o início do Neo-Cretáceo.

Em contribuição mais recente MEDEIROS (2005), desenvolvendo um estudo de variação morfológica em material dentário, aventou a possibilidade da existência de mais de um táxon de Spinosauridae de grande porte, representado nos sedimentos do Neo-Cretáceo da Formação Alcântara.

Outros grupos teropodomorfianos poderiam ter representação na Laje do Coringa. Em recente nota preliminar ELIAS *et al.* (2004) documentaram o registro dentário de teropodomorfos de pequeno porte, prováveis Maniraptoriformes. Também se destacam a ocorrência de dentes sauropodomorfianos (MEDEIROS, 2001).

A melhor representação do clado Sauropoda neste afloramento provém de centros vertebrais e alguns ossos apendiculares fragmentados (MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001, 2002).

A morfologia de alguns centros vertebrais coletados nestes horizontes permitiu algumas atribuições taxonômicas por MEDEIROS (2001) e MEDEIROS & SCHULTZ (2001). Os autores reconheceram similaridades em certos elementos axiais àqueles provenientes do Saara e estudados por LAPPARENT (1960), e atribuídos por aquele autor a *Astrodon* (Brachiosauridae),

Alguns dos materiais descritos apresentariam também, segundo os autores, características similares às encontradas em vértebras de *Aegyptosaurus* e *Malawisaurus*, ambos titanossauros registrados em depósitos africanos. Porém dada a condição fragmentada do material não foi possível um diagnóstico efetivo.

MEDEIROS (2002) associou um centro vertebral caudal a titanossauro do clado Saltosaurinae. Através desta ocorrência, associada a elementos isolados previamente diagnosticados como Andosauridae (MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001), o autor sugeriu a possibilidade de um compartilhamento paleofaunístico do registro maranhense também com o Cenomaniano argentino. Mas em revisão taxonômica desenvolvida por MEDEIROS & AVILLA (2005) tal interpretação foi questionada, justificado pela falta de caracteres suficientemente diagnósticos para uma atribuição a estes grupos.

Saurópodos Diplodocoidea também ocorrem na Laje do Coringa, através de centros vertebrais (MEDEIROS, 2001). MEDEIROS & SCHULTZ (2001) sugeriram uma similaridade com materiais cronocorrelatos africanos e argentinos. Propuseram tentativamente uma associação a *Rebbachisaurus* (MEDEIROS & SCHULTZ, 2003) e/ou *Rayososaurus*, diplodocóide de “status” taxonômico controverso e problemático (MEDEIROS & SCHULTZ, 2004). Na revisão de MEDEIROS & AVILLA (2005), estes materiais foram apenas referidos como Rebbachisauridae, na ausência de caracteres diagnósticos que permitam uma atribuição a nível mais específico.

MEDEIROS (2001) e MEDEIROS & SCHULTZ (2001) reconheceram a ocorrência de *Spinosaurus* e *Carcharodontosaurus*, com base em fragmentos de dentes, nos depósitos Itapecuru aflorantes nas imediações de Itapecuru-Mirim, do Albiano. Ocorrências de materiais dinossaurianos foram também documentadas para estes níveis, possivelmente associáveis à Unidade Indiferenciada. FERREIRA (1991) e FERREIRA

*et al.* (1992) descreveram dentes, falanges, costelas e parte da cintura pélvica de um “carnossauro” para estes horizontes.

CARVALHO *et al.* (2003), através de um espécimen representado por um conjunto incompleto de elementos pós-cranianos, descreveu gênero e espécie novos de saurópodo, *Amazonsaurus maranhensis*. Com afinidades aos Diplodocoidea, foi considerado um dos mais antigos registros do clado no Brasil.

AVILLA *et al.* (2004) descreveram uma singular vértebra caudal ornitopodiana, proveniente da mesma região que revelou o saurópodo *Amazonsaurus*. Segundo os autores, o conjunto de caracteres observados no material sugere afinidades com Hadrosauridae, ornitópodos de médio a grande porte, muito comuns em depósitos do Cretáceo de América do Norte e Ásia, mas com algumas ocorrências confirmadas na América do Sul (Argentina). Caso a identificação esteja correta constituiria o primeiro registro do grupo em território brasileiro.

Restos esqueléticos não representam o único registro dinossauriano para estes afloramentos. VICALVI *et al.* (1993) haviam atestado a ocorrência de prováveis fragmentos de cascas de ovos; entretanto a associação taxonômica nunca foi aventada.

Nos depósitos reconhecidamente relacionados à Unidade Indiferenciada, em localidade próxima ao Povoado de Santo Ezídio, Município de Coroatá, ROSSETTI *et al.* (2001 b) registraram a ocorrência de restos de teropodomorfos, sauropodomorfos e ornitópodos. RIBEIRO *et al.* (2003), com base em material dentário fragmentado, noticiou a ocorrência dos clados Spinosaurinae e Carcharodontosauridae.

Entre as mais recentes contribuições quanto ao registro paleobiótico da região inclui-se CASTRO *et al.* (2004 b), que documentou fragmentos de dinossauros saurópodos. Parte deste material foi posteriormente associado ao clado Titanosauria (CASTRO *et al.*, 2005).

## II - MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 - MATERIAIS

#### 2.1.1 - Caracterização do afloramento

O afloramento fossilífero Laje do Coringa, descoberto em 1994 (CORRÊA-MARTINS, 1997), está localizada em uma praia da porção Oriental da Ilha do Cajual, na Baía de São Marcos, Município de Alcântara, Norte do Estado do Maranhão, sendo a área de onde provêm os elementos submetidos à presente investigação.

Análise palinológica realizada por PEDRÃO *et al.* (1993 c) indicou idade eocenomaniana para os depósitos da Formação Alcântara aflorantes na Ponta do Farol. Outras contribuições da literatura têm admitido o mesmo estratigráfico para a Laje do Coringa (VILAS BÔAS *et al.*, 1999; CARVALHO *et al.* 1997, 2001; MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001; PEREIRA & MEDEIROS, 2003).

Contudo a ausência de um estudo analítico particular para este afloramento não permite uma interpretação mais acurada de seu posicionamento dentro da própria seqüência estratigráfica da Formação Alcântara, cujo intervalo deposicional inicia-se no neo-Albiano e se encerra no eo-Cenomaniano (ROSSETTI, comunicação pessoal 2006).

A Laje do Coringa, composta de níveis conglomeráticos fossilíferos, alternados a arenitos estratificados, encontra-se na porção de meso-litoral, sujeita a uma variação diária de maré que pode ultrapassar 6 m, permanecendo exposta apenas na fase de maré vazante (CORRÊA MARTINS, 1997; MEDEIROS, 2001). Os depósitos expõem-se ao longo de uma área descontínua de aproximadamente 4000 m<sup>2</sup>. Devido à ação contínua das ondas, as rochas se encontram em avançado estado de intemperização.

HOLZ *et al.* (2001) reconheceram duas associações faciológicas. Uma composta de arenitos estratificados e outra formada essencialmente por pelitos e arenitos rítmicos. Os conglomerados, com expressivo e diversificado conteúdo fossilífero, ocorrem no topo e na base destas associações.

O conjunto total, que consiste em pelo menos duas lentes conglomeráticas fossilíferas, agrega aproximadamente 80 cm de espessura em nível sub-horizontal, com clastos quartzosos e de metamorfitos, fragmentos arredondados e subarredondados de fósseis continentais e possivelmente marinhos (MEDEIROS, 2001).

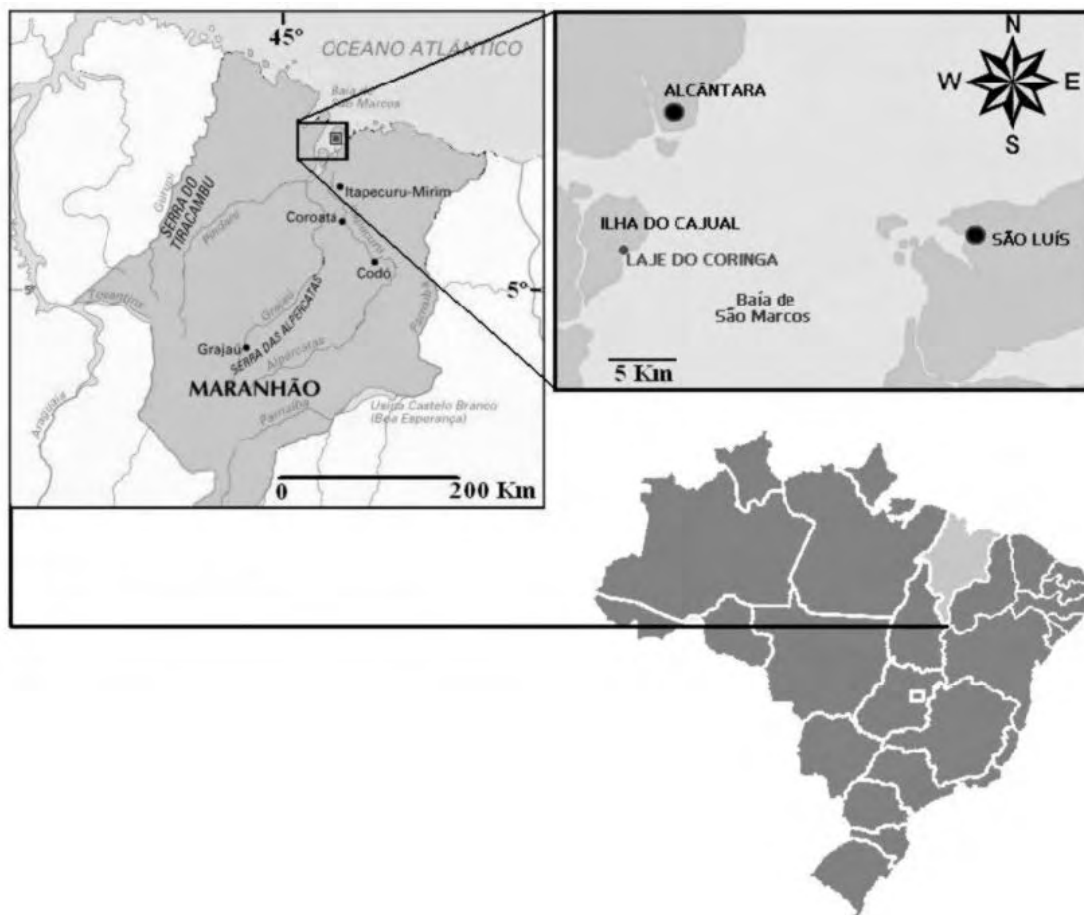


Figura 25. Mapa de localização da Ilha do Cajual na Baía de São Marcos. Baseado nos dados obtidos em MEDEIROS (2001).



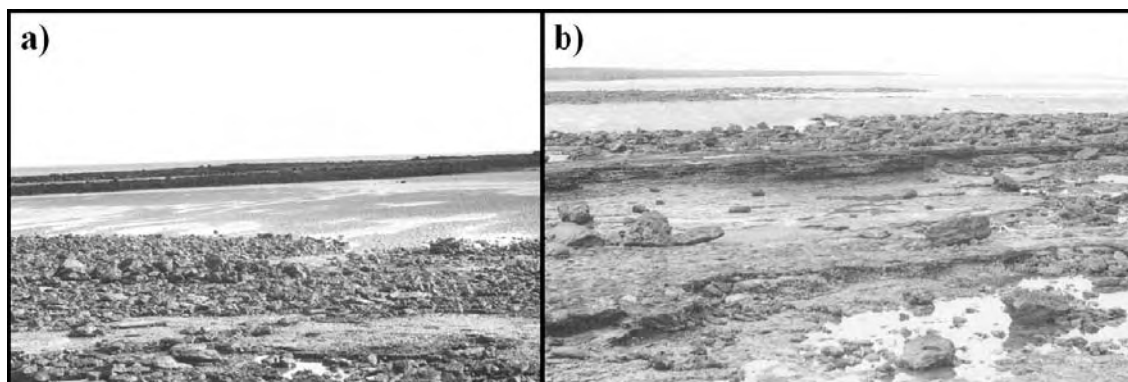


Figura 26. A Laje do Coringa, na Ilha do Cajual: (a) Aspecto geral de um trecho do afloramento e (b) Panorâmica das lentes conglomeráticas, separadas pelos arenitos estratificados, arenitos rítmicos e pelitos. Crédito: Manuel Alfredo Medeiros.

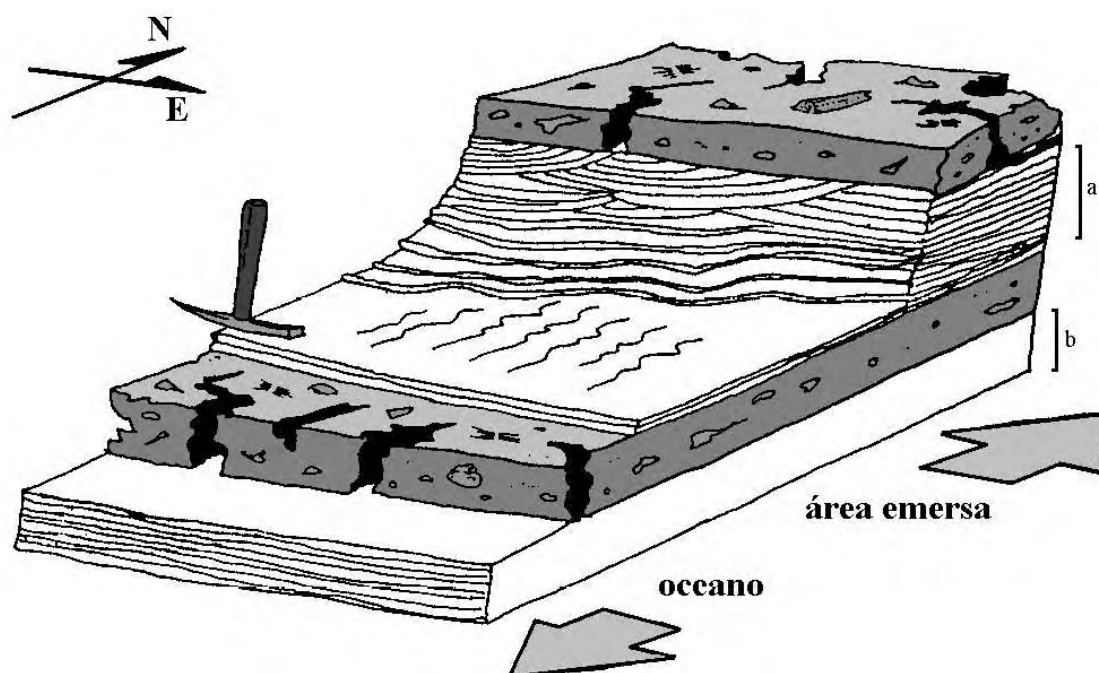


Figura 27. Esquema tridimensional de uma seção da Laje do Coringa, destacando os dois principais níveis conglomeráticos, onde a maior parte dos fósseis está concentrada: (a) arenitos estratificados e (b) pelitos e arenitos rítmicos. Modificado de MEDEIROS (2001).

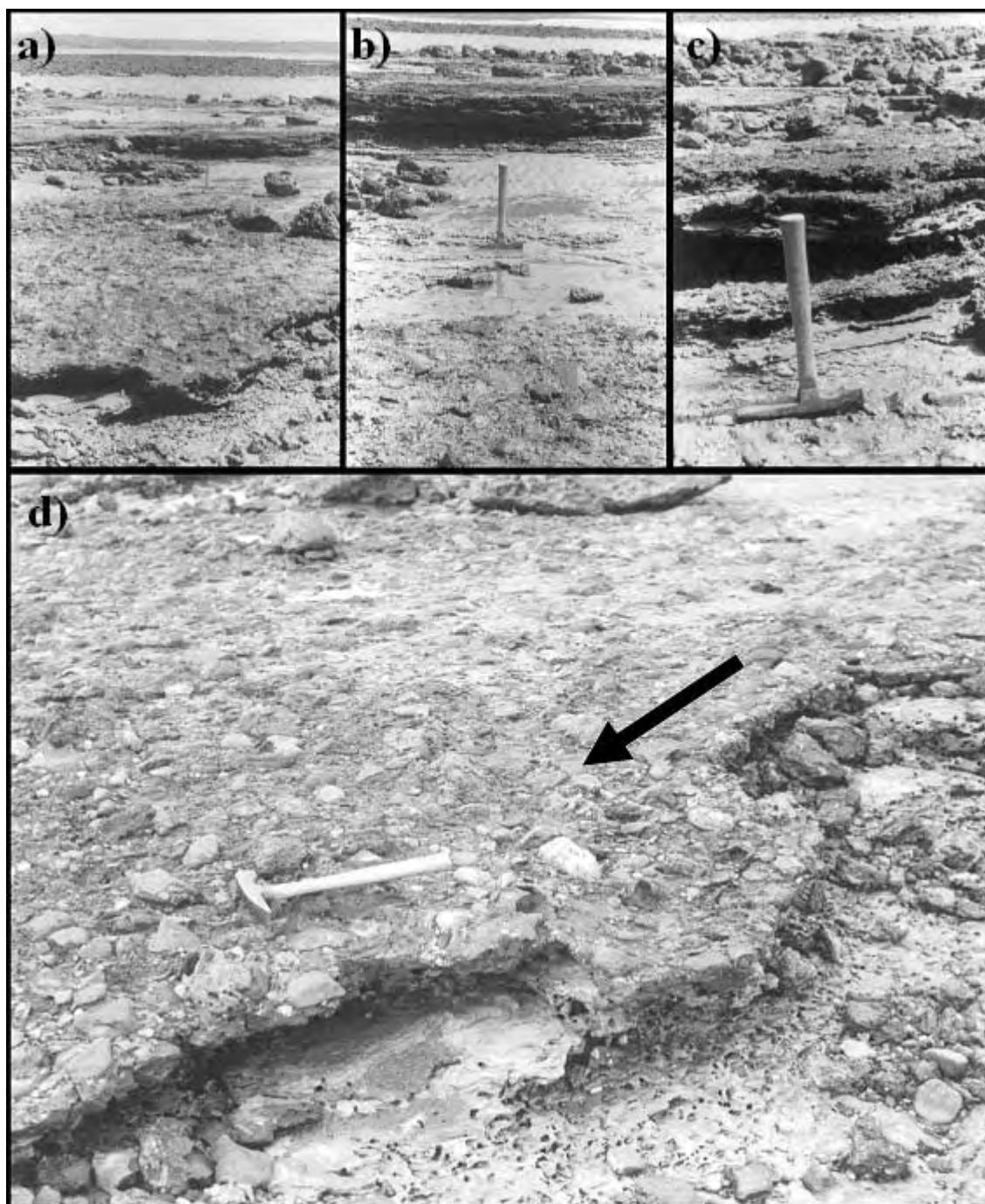


Figura 28. Níveis conglomeráticos que compõem a Laje do Coringa: (a) vista geral; (b) e (c) detalhe do nível; (d) detalhe ilustrando o arcabouço que contém os fragmentos fósseis arredondados e subarredondados. Crédito: Manuel Alfredo Medeiros.

As condições em que se formou o depósito conglomerático da Laje do Coringa são motivo de controvérsia (CORRÊA-MARTINS, 1996; HOLZ *et al.*, 2001; HOLZ, 2003). Contudo as características gerais demonstram que sua assembléia conta com elementos fósseis retrabalhados de diferentes fontes e com diversas histórias tafonômicas e diagenéticas (MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001).

A interpretação de HOLZ *et al.* (2001) e HOLZ (2003) sugere que a região, no período em que estes níveis foram depositados, era dominada por amplo processo transgressivo. Um complexo de maré em um paleoambiente costeiro retrogradava em direção Sul-Sudoeste, estando sujeito a periódicas transgressões e retrabalhamento por ondas.

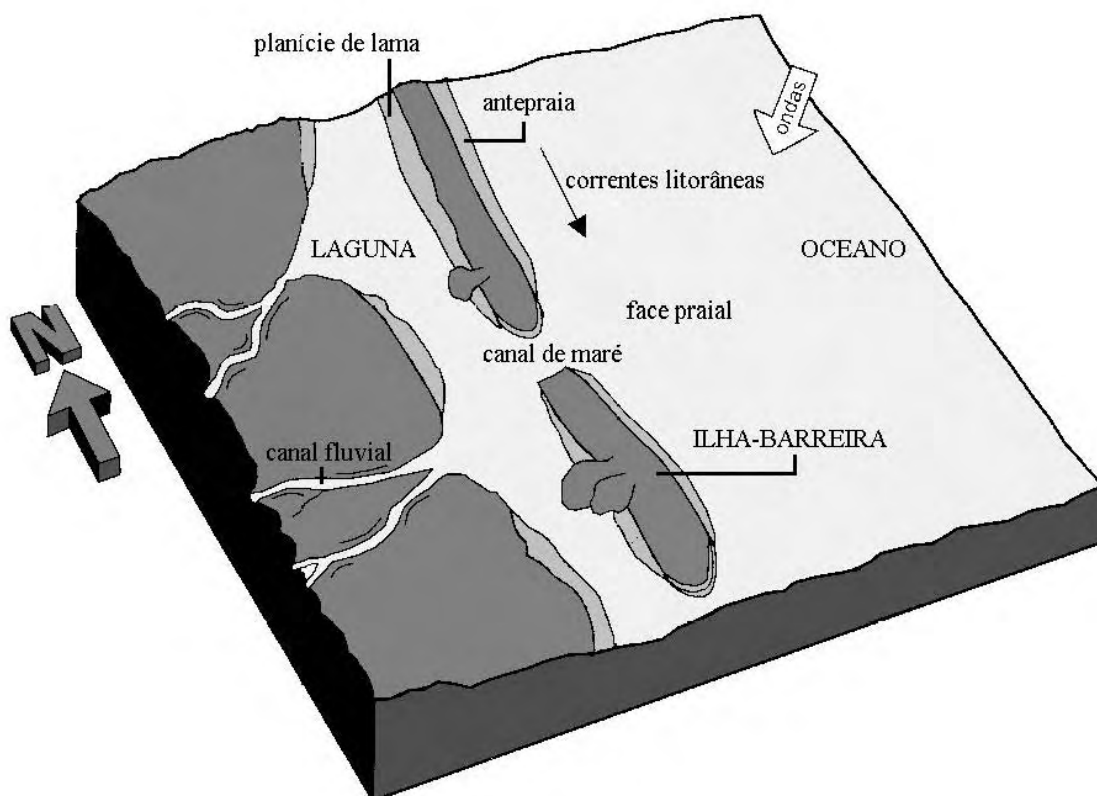


Figura 29. Esquema tridimensional baseado no modelo paleoambiental proposto para os depósitos albo-cenomanianos da Bacia de São Luís-Grajaú, possivelmente aplicável ao contexto da Laje do Coringa. Modificado de ANAISSE JÚNIOR *et al.* (2001).

O material fossilífero incluiria, dentro desta concepção, elementos parautóctones e possivelmente alóctones, provenientes de depósitos fluviais destruídos durante ciclos de queda do nível de base. Durante estes eventos os materiais, expostos acima deste nível seriam erodidos e seu conteúdo transportado por correntes fluviais, depositados próximos à linha costeira. Durante as transgressões, tais depósitos seriam retrabalhados pela ação das ondas e passariam a integrar horizontes deposicionais transicionais e marinhos rasos.

ROSSETTI (comunicação pessoal 2006), contudo, sugeriu a influência de processos de tempestade de grande intensidade no processo de retrabalhamento destes depósitos, dentro de um padrão similar ao observado em afloramentos localizados ao longo das margens do rio Itapecuru, próximo ao Município de Coroatá.

Ainda que a gênese da Laje do Coringa possua interpretações conflitantes, de acordo com HOLZ *et al.* (2001), MEDEIROS (2001) e HOLZ (2003), evidências de transporte e processo de retrabalhamento dos elementos fósseis são marcantes:

- Ocorrência de elementos associáveis a organismos de diferentes habitats (continentais e possivelmente marinhos) no mesmo contexto.
- Variado grau de fragmentação dos materiais, incluindo elementos degradados ao nível de “farinha de osso”.
- Intenso desgaste dos elementos fossilizados maiores, evidenciados por superfícies arredondadas e “polimento” na superfície exposta.
- Maior incidência de dentes e elementos do esqueleto axial, característica associada à seleção por corrente fluvial.

MEDEIROS (2001) reconheceu, entre os elementos fósseis, dois padrões diagenéticos distintos: **substituição por sílica** e **permineralização por óxido de ferro**.

Para o primeiro caso destacam-se os inúmeros fragmentos de troncos de coníferas, representados essencialmente por lascas facetadas com arestas angulosas, interpretados como resultante do retrabalhamento e posterior transporte a partir de depósitos pré-existentes. Tal característica, associada à composição química distinta daquela encontrada nas rochas formadoras deste depósito, sugere que tais elementos teriam sido depositados na Laje do Coringa em estágio fossilizado e quebradiço (MEDEIROS, 2001).

Para o segundo caso estão incluídos os fragmentos de pteridófitas, as impressões e os ramos de esfenófitas, além de ossos e dentes de vertebrados. Os graus de fraturamento, desgaste e seleção, especialmente destes últimos, sugerem processos de transporte e prolongado intemperismo, antes de sua incorporação ao conglomerado. Esta caracterização, associada à alta taxa de permineralização por óxido de ferro, mesmo composto mineral que cimentou a matriz do conglomerado, sugere que o episódio de litificação dos conglomerados teria também mineralizado os restos de vertebrados (MEDEIROS, 2001).

A ação diária das marés intemperizou significativamente o depósito e continua a deslocar continuamente os elementos fósseis. Conseqüentemente a avaliação de informações tafonômicas mais detalhadas *in situ* torna-se pouco informativa (MEDEIROS, 2001; HOLZ *et al.*, 2001; HOLZ, 2003).

## **2.1.2 – Material fóssil da Ilha do Cajual**

### **2.1.2.1 – Amostra analisada**

O material submetido a esta investigação compõe-se de 72 dentes isolados, provenientes do afloramento Laje do Coringa, Ilha do Cajual (Formação Alcântara, neo-Albiano/eo-Cenomaniano do Norte do Estado do Maranhão). Foram selecionados os espécimens com melhor grau de preservação, de modo que pudessem ser observados o máximo de caracteres apreciáveis, no âmbito de um detalhamento taxonômico.

Todos os elementos dentários foram previamente coletados pelas equipes da Universidade Federal do Maranhão e do Centro de Pesquisa em História Natural e Arqueologia do Maranhão, entre os anos de 2000 e 2003. Foram encontrados isolados, em meio aos blocos erodidos do conglomerado fossilífero.

Parte da presente amostra (FIGURAS 30, 31 e 32), composta por 47 elementos dentários, está catalogada na Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão em São Luís.

A porção restante (FIGURA 33), resumida a 25 exemplares, pertence à Coleção Paleontológica do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, *Campus* Rio Claro.

De modo a caracterizar individualmente cada um dos espécimens foi empregada uma numeração própria, no âmbito desta investigação. Para exemplares provenientes de lotes unitários, os números originais de catálogo foram mantidos. Para grupos compostos por mais de um elemento dentário, cada exemplar recebeu uma numeração específica, de acordo com o critério abaixo:

<b>número de catálogo original</b>
+
<b>número complementar provisório para a investigação</b>
=
<b><u>NÚMERO DE INVESTIGAÇÃO</u></b>

Exemplo.

UFMA 1.20.264 → lote com três exemplares distintos
--

Nesta análise, para cada um dos espécimens, foram definidas numerações diferenciais.

UFMA. 1.20.264- <b><u>1</u></b>
---------------------------------

UFMA. 1.20.264- <b><u>2</u></b>
---------------------------------

UFMA. 1.20.264- <b><u>3</u></b>
---------------------------------

**SIGLAS INSTITUCIONAIS:**

UFMA = Universidade Federal do Maranhão/ Departamento de Biologia, São Luís.

URC = Universidade Estadual Paulista/*Campus* Rio Claro.

<b>NÚMERO DE CATÁLOGO</b>	<b>NÚMERO DE INVESTIGAÇÃO</b>	<b>COLETA</b>
<b>UFMA 1.20.264</b>	UFMA 1.20.264-1; UFMA 1.20.264-2; UFMA 1.20.264-3	sem data
<b>UFMA 1.20.194</b>	UFMA 1.20.194-1; UFMA 1.20.194-2	2002
<b>UFMA 1.20.203</b>	UFMA 1.20.203	2002
<b>UFMA 1.20.206</b>	UFMA 1.20.206	2002(?)
<b>UFMA 1.10.1744</b>	UFMA 1.10.1744	2002
<b>UFMA 1.20.273</b>	UFMA 1.20.273	2000
<b>UFMA 1.20.166</b>	UFMA 1.20.166	2002
<b>UFMA 1.20.279</b>	UFMA 1.20.279	2003
<b>UFMA 1.20.130</b>	UFMA 1.20.130	2000
<b>UFMA 1.20.204</b>	UFMA 1.20.204	2001
<b>UFMA 1.20.270</b>	UFMA 1.20.270	sem data
<b>UFMA 1.20.213</b>	UFMA 1.20.213	sem data
<b>UFMA 1.20.003</b>	UFMA 1.20.003	sem data
<b>UFMA 1.20.154</b>	UFMA 1.20.154-1; UFMA 1.20.154-2; UFMA 1.20.154-3	sem data
<b>UFMA 1.20.178</b>	UFMA 1.20.178-1; UFMA 1.20.178-2; UFMA 1.20.178-3; UFMA 1.20.178-4	2001
<b>UFMA 1.20.121</b>	UFMA 1.20.121-1; UFMA 1.20.121-2; UFMA 1.20.121-3; UFMA 1.20.121-4; UFMA 1.20.121-5; UFMA 1.20.121-6	2002
<b>UFMA 1.20.152</b>	UFMA 1.20.152-1; UFMA 1.20.152-2; UFMA 1.20.152-3; UFMA 1.20.152-4; UFMA 1.20.152-5; UFMA 1.20.152-6; UFMA 1.20.152-7	2001
<b>UFMA 1.20.157</b>	UFMA 1.20.157-1; UFMA 1.20.157-2; UFMA 1.20.157-3	2002
<b>UFMA 1.20.127</b>	UFMA 1.20.127-1; UFMA 1.20.127-2; UFMA 1.20.127-3; UFMA 1.20.127-4; UFMA 1.20.127-5; UFMA 1.20.127-6; UFMA 1.20.127-7	2001

Tabela 1. Morfótipos dentários da Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão (Departamento de Biologia), *Campus* do Bacanga, São Luís.

<b>NÚMERO DE CATÁLOGO</b>	<b>NÚMERO DE INVESTIGAÇÃO</b>	<b>DATA</b>
<b>URC R.77</b>	URC R.77-1; URC R.77-2; URC R.77-3; URC R.77-4; URC R.77-5	2001
<b>URC R.78</b>	URC R.78-1; URC R.78-2; URC R.78-3; URC R.78-4	2001
<b>URC R.79</b>	URC R.79	2001
<b>URC R.80</b>	URC R.80-1; URC R.80-2; URC R.80-3; URC R.80-4; URC R.80-5; URC R.80-6; URC R.80-7	2001
<b>URC R.81</b>	URC R.81	2001
<b>URC R.82</b>	URC R.82-1; URC R.82-2; URC R.82-3	2001
<b>URC R.83</b>	URC R.83-1; URC R.83-2; URC R.83-3; URC R.83-4	2001

Tabela 2. Morfótipos dentários da Coleção Paleontológica da Universidade Estadual Paulista (Departamento de Geologia Aplicada), *Campus* Rio Claro.



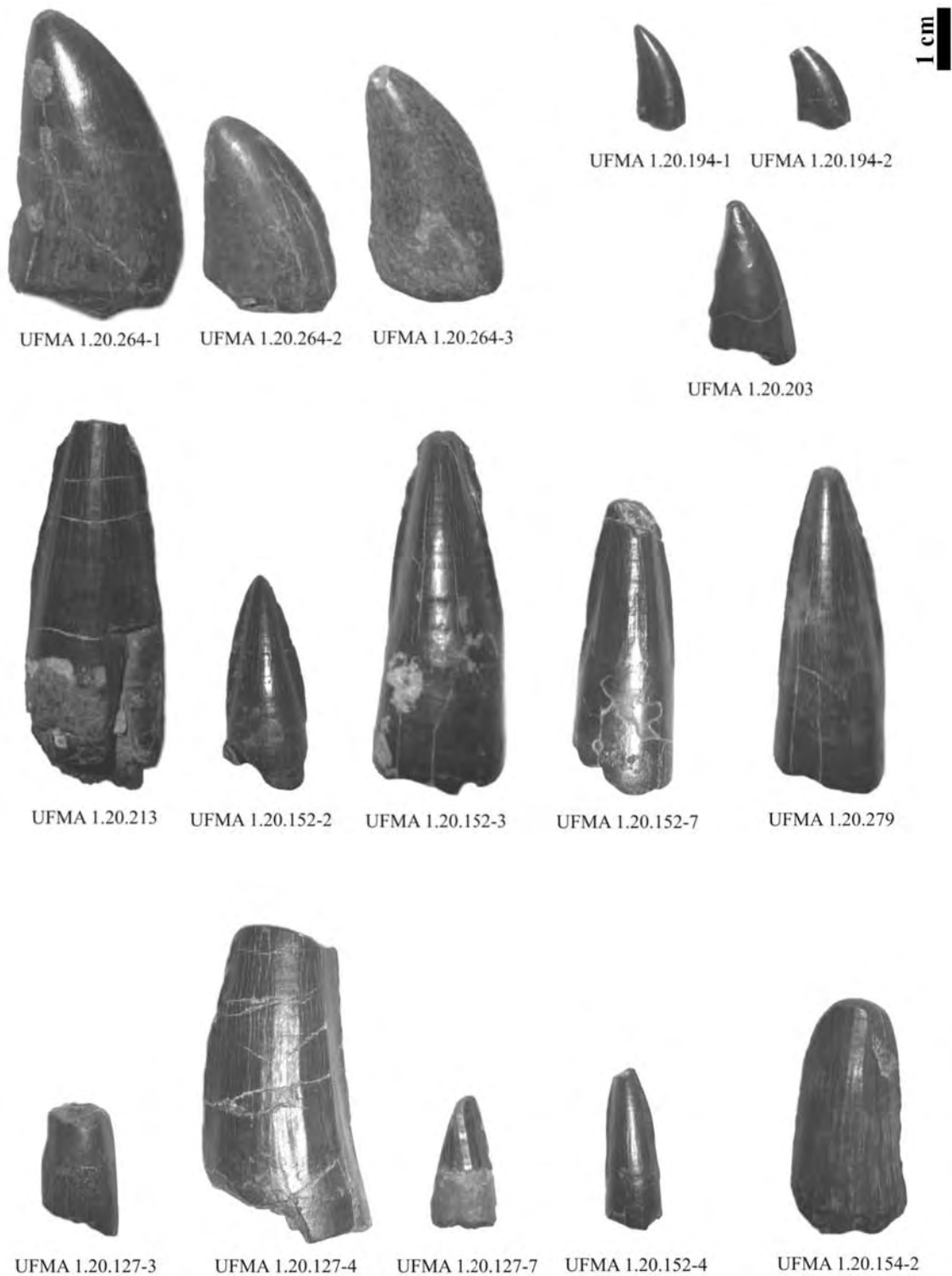


Figura 30. Morfótipos dentários, em vista labial, da Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão (Departamento de Biologia), *Campus* do Bacanga, São Luís - PARTE 1. Crédito: Felipe A. Elias.

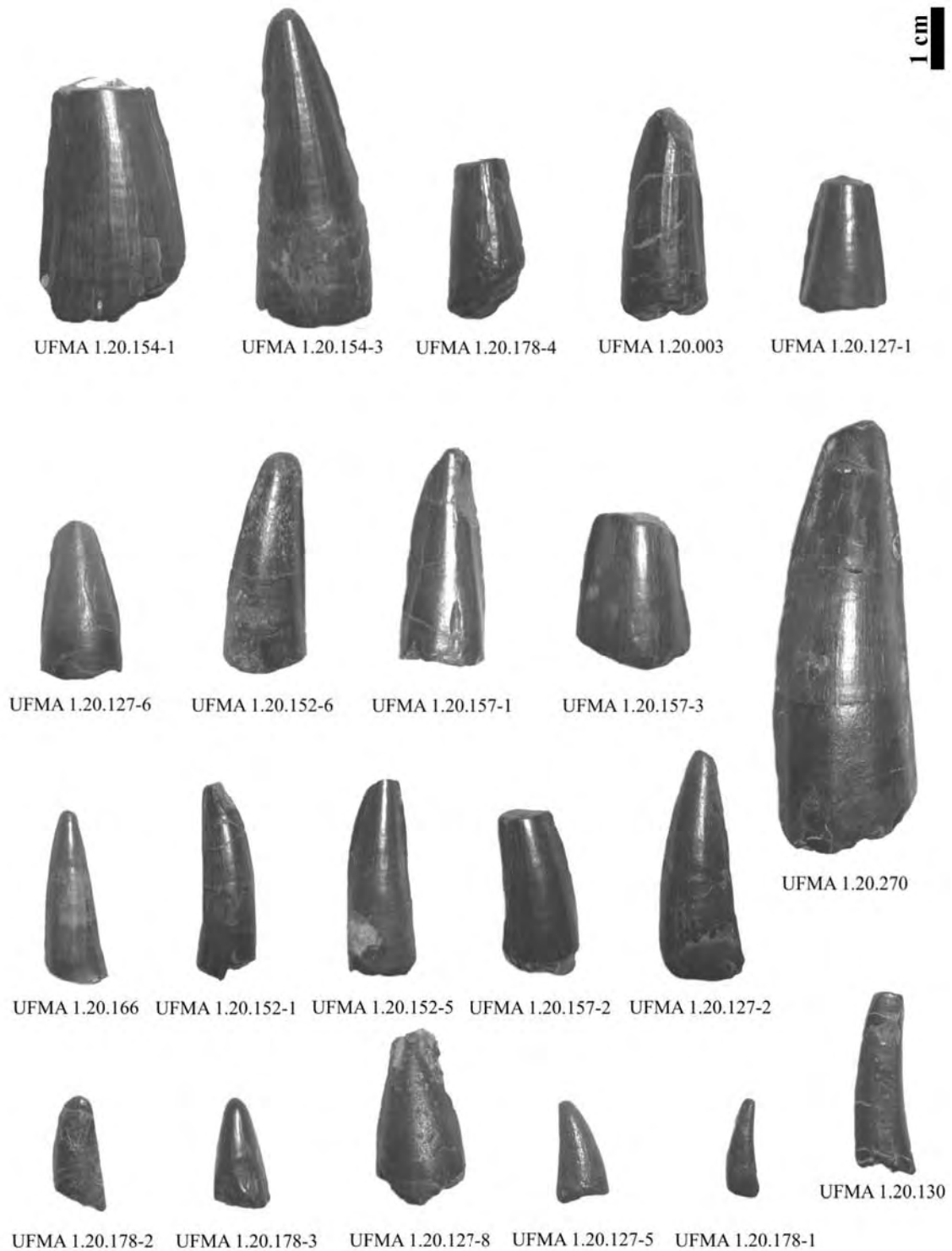


Figura 31. Morfótipos dentários, em vista labial, da Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão (Departamento de Biologia), *Campus* do Bacanga, São Luís - PARTE 2. Crédito: Felipe A. Elias.

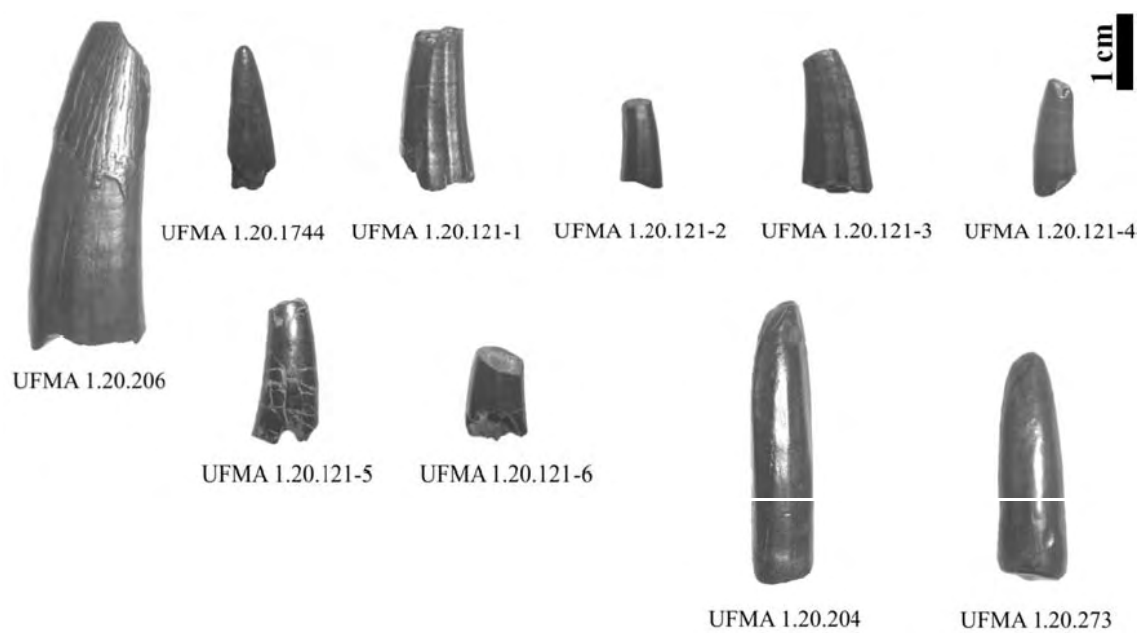


Figura 32. Morfótipos dentários, em vista labial, da Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão (Departamento de Biologia), *Campus* do Bacanga, São Luís - PARTE 3. Crédito: Felipe A. Elias.

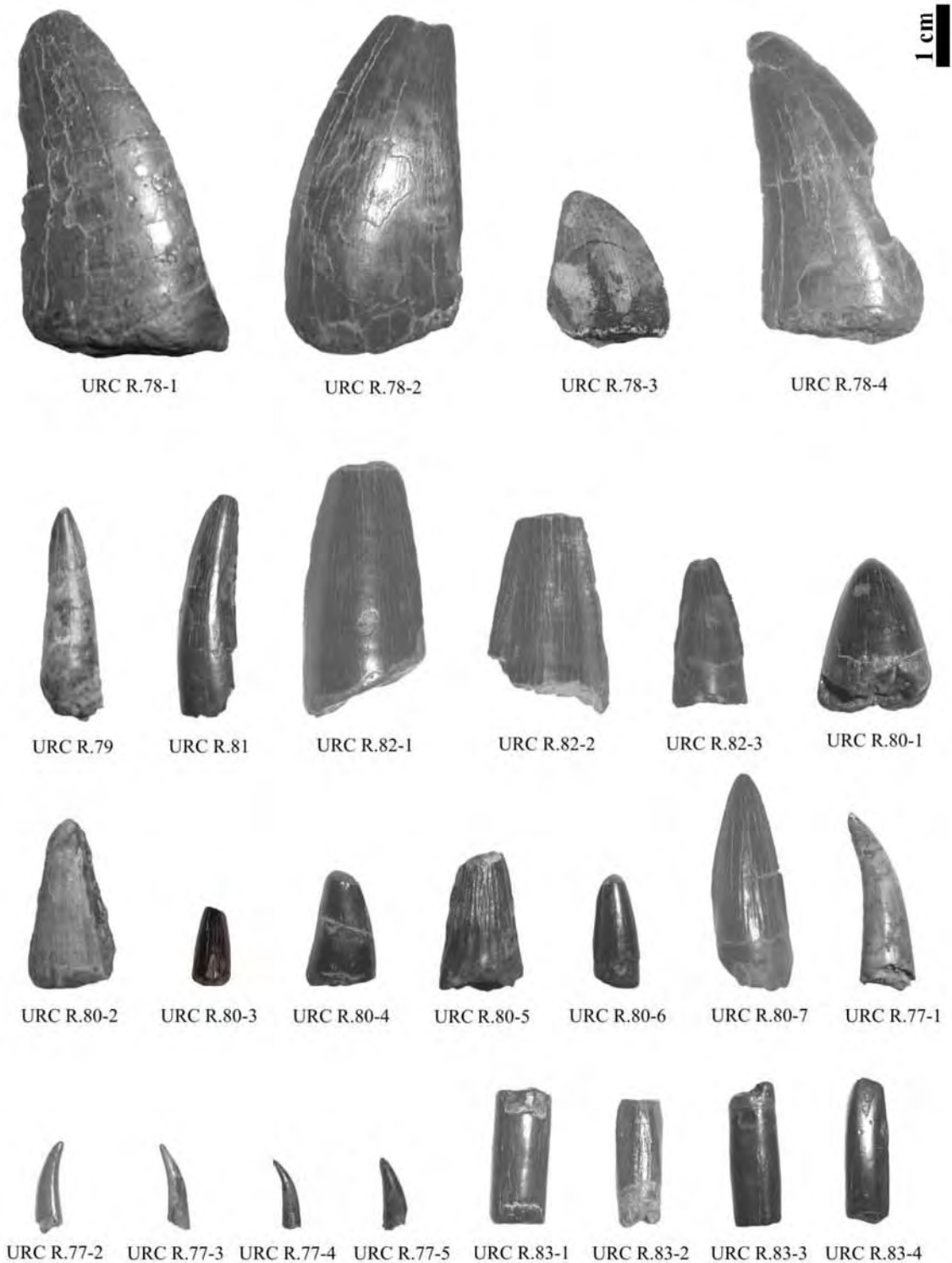


Figura 33. Morfótipos dentários, em vista labial, da Coleção Paleontológica da Universidade Estadual Paulista (Departamento de Geologia Aplicada), *Campus* Rio Claro. Crédito: Felipe A. Elias.

### 2.1.2.2 – Material paleontológico de comparação

A etapa de comparação compõe uma parcela fundamental do processo de qualquer investigação de natureza paleontológica. Permite que caracteres sejam confrontados no intuito de que semelhanças e/ou diferenças sejam estabelecidas.

Com base no compartilhamento destes caracteres é possível inferir o grupo taxonômico ao qual o elemento alvo da investigação pertence e, desde que possível, suas afinidades filogenéticas.

Neste sentido esta análise contou, em um primeiro estágio, com os dados publicados e figurados em diversos trabalhos apresentados na literatura. Considerando os contextos biocronológico e paleogeográfico, no qual este trabalho está sendo direcionado, priorizaram-se nesta consulta todas as publicações cujo enfoque fosse o registro fossilífero cretácico de unidades sedimentares das bacias de Nordeste do Brasil, Norte da África e Sudoeste da Argentina.

Secundariamente foram desenvolvidas comparações diretas com exemplares fósseis, provenientes de diferentes unidades sedimentares cretácicas brasileiras, depositados em coleções científicas de duas instituições acadêmicas:

**SIGLAS INSTITUCIONAIS:**

MN = Museu Nacional / Rio de Janeiro.

UFRJ-DG = Universidade Federal do Rio de Janeiro / Rio de Janeiro.

Respeitando a natureza da amostra analisada foram considerados nesta etapa tanto elementos dentários isolados quanto aqueles articulados a crânios e/ou mandíbulas. Peças isoladas de ossos maxilares, desprovidas de elementos dentários associados, foram também investigadas, com a finalidade de observação na morfologia dos alvéolos e sua variação ao longo dos mesmos.

NÚMERO DE CATÁLOGO	DESCRIÇÃO
<b>MN 4804-V</b>	<i>Brasileodactylus araripensis</i> (porção distal da mandíbula) - Membro Romualdo / Formação Santana / Bacia do Araripe / Brasil
<b>MN 5023-V</b>	<i>Ananguera piscator</i> (réplica de crânio e mandíbula) - Formação Santana - Membro Romualdo / Formação Santana / Bacia do Araripe / Brasil
<b>MN 4805-V</b>	<i>Ananguera blittersdorffi</i> (crânio) - Membro Romualdo / Formação Santana / Bacia do Araripe / Brasil
<b>MN 4735-V</b>	<i>Ananguera araripensis</i> (crânio) - Membro Romualdo / Formação Santana / Bacia do Araripe / Brasil
<b>MN 4736-V</b>	<i>Tropeognathus mesembrinus</i> (réplica do crânio) - Membro Romualdo / Formação Santana / Bacia do Araripe / Brasil
<b>MN 4797-V</b>	<i>Brasileodactylus</i> cf. <i>araripensis</i> (porção distal do rosto) - Membro Crato / Formação Santana / Bacia do Araripe / Brasil
<b>MN 6675</b>	<i>Suchomimus tenerensi</i> (réplica da porção premaxilar / maxilar) - Formação Elrhaz / Grupo Tegama / Níger

Tabela 3. Exemplos utilizados em comparações no âmbito desta investigação, depositados na Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional, Rio de Janeiro.

TABELA 4. Exemplares utilizados em comparações no âmbito desta investigação, depositados na Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Departamento de Geologia), Rio de Janeiro.

<b>NÚMERO DE CATÁLOGO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>UFRJ-DG 16 R(d)</b>	Mososauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 17 R(d)</b>	Plesiosauria (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 18 R(d)</b>	Mososauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 19 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 21 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 22 R(d)</b>	<i>Carcharodontosaurus</i> (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 23 R(d)</b>	<i>Carcharodontosaurus</i> (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 34 R(d)</b>	Mososauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 38 R(d)</b>	Mososauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 39 R(d)</b>	Mososauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 62 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 63 R(d)</b>	Plesiosauria (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 64 R(d)</b>	Plesiosauria (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 74 R(d)</b>	<i>Carcharodontosaurus</i> (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil

<b>UFRJ-DG 76 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 78 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 79 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 80 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 81 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 83 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 202 R(d)</b>	“Theropoda” (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 203 R(d)</b>	Dromaeosauridae (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 259 R(d)</b>	“Theropoda” (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 268 R(d)</b>	“Theropoda” (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 282 R(d)</b>	“Theropoda” (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 290 R(d)</b>	“Theropoda” (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 296 R(d)</b>	“Theropoda” (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil
<b>UFRJ-DG 298 R(d)</b>	“Theropoda” (dente isolado) - Formação Alcântara / Bacia de São Luís-Grajaú / Brasil



## **2.2 – METODOLOGIA APLICADA**

### **2.2.1 - Fase de campo**

A área ocupada pela Laje do Coringa é de aproximadamente 4 km<sup>2</sup> e os níveis de conglomerados fossilíferos são intemperizados pela ação diária das ondas. Como resultado, fósseis são frequentemente expostos e na maioria das vezes liberados da rocha matriz. É exatamente neste contexto que os morfótipos dentários analisados neste trabalho foram encontrados pelas equipes da Universidade Federal do Maranhão e do Centro de Pesquisa em História Natural e Arqueologia do Maranhão.

### **2.2.2 - Fase de laboratório**

#### **2.2.2.1 - Preparação e catalogação**

Todos os elementos presentes na amostragem foram limpos e preparados em laboratório, posteriormente catalogados de acordo com os critérios da Coleção Paleontológica da Universidade Federal do Maranhão. Para esta investigação foram selecionados 47 elementos dentários da coleção. Um total de 25 exemplares foi doado à Universidade Estadual Paulista - *Campus* Rio Claro ao final do ano de 2001. Tais espécimens, tombados na coleção da referida instituição, foram também adicionados à análise.

#### **2.2.2.2 – Parâmetros descritivos**

Os critérios utilizados para as descrições macromorfológica, morfométrica e micromorfológica tiveram como base a metodologia definida por CURRIE *et al.* (1990) e FARLOW *et al.* (1991). Foram adicionalmente considerados os parâmetros propostos por FRANCO (1999). Largamente utilizados na caracterização de dentes teropodomorfianos foram aqui também aplicados a outros morfótipos tetrapodianos.

Alguns aspectos da terminologia morfométrica, utilizada pelos referidos autores, foram adaptados para esta investigação. A terminologia anatômica teve como base SMITH & DODSON (2003).

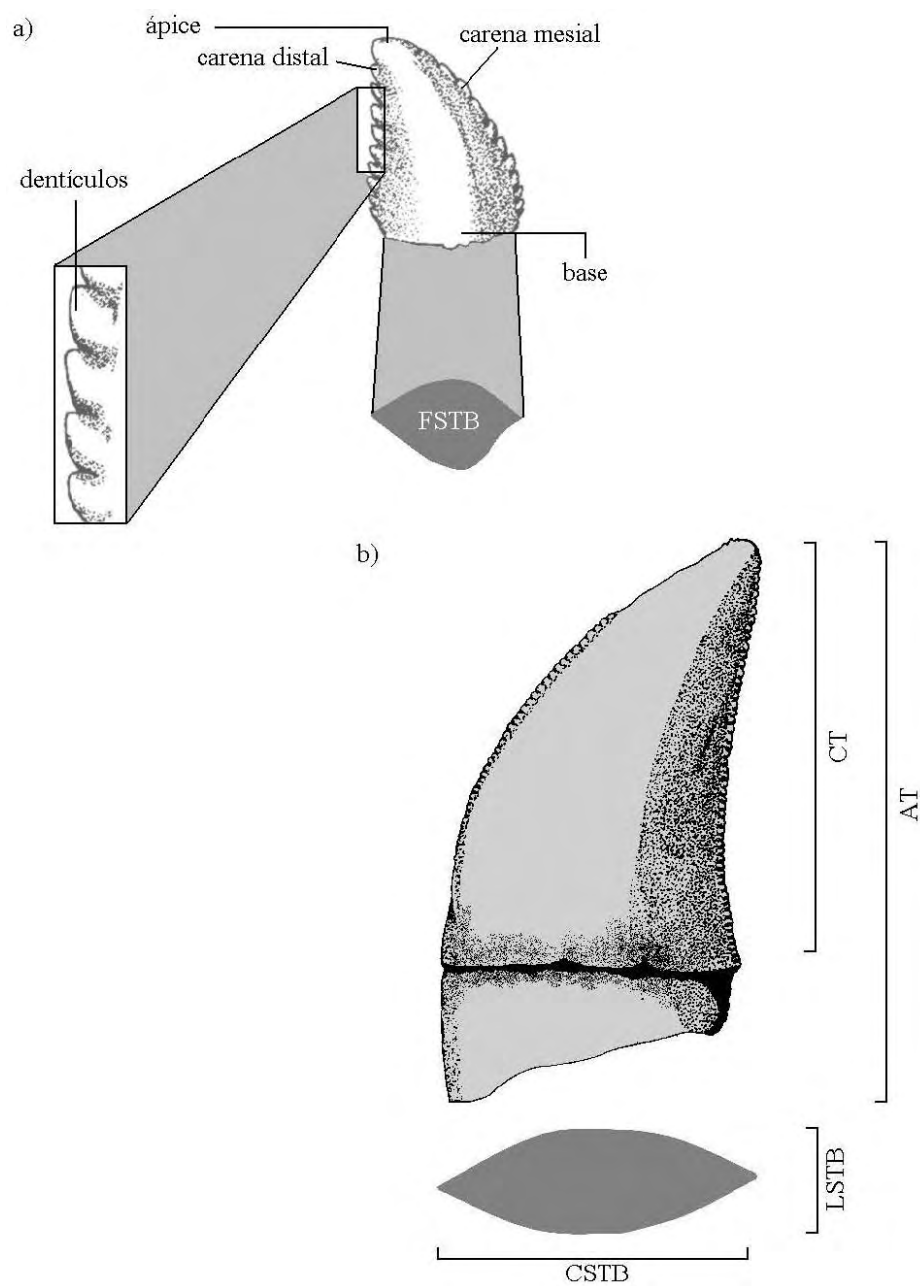


Figura 34. Parâmetros considerados nesta investigação: (a) terminologia anatômica dentária e (b) terminologia morfométrica. Modificado de CURRIE *et al.* (1990).

### 2.2.2.2.a - Descrição macromorfológica

Todos os exemplares da amostra investigada foram fotografados com a utilização de equipamento digital CASIO Exilim/6.0 megapixels.

Os exemplares UFMA 1.20.264-3, UFMA 1.20.194-1, UFMA 1.20.203, UFMA 1.20.279, UFMA 1.20.270, UFMA 1.20.130, UFMA 1.20.206, UFMA 1.20.1744, UFMA 1.20.204, UFMA 1.20.273, UFMA 1.20.121-1, UFMA 1.20.127-5, UFMA 1.20.152-4, URC R.77-1, URC R.80-1, URC R.80-3, URC R.80-7, URC R.81 e URC R.83-1 foram selecionados e submetidos a um registro fotográfico mais detalhado, levando-se em consideração: vistas labial, lingual, mesial, seção basal transversal. As imagens foram processadas através do *software* gráfico Corel Photo Paint 12.

A descrição de aspectos macromorfológicos dos elementos dentários considerou os parâmetros em seguida:

1. Formato da coroa.
2. Grau de compressão lábio-lingual da coroa.
3. Eixo méso-distal da coroa = grau de curvatura méso-distal da coroa.
4. Eixo lábio-lingual da coroa = grau de curvatura lábio-lingual da coroa.
5. Formato da porção apical da coroa.
6. Presença ou ausência de carenas definidas.
7. Presença ou ausência de dentículos nas carenas.
8. Formato da seção transversal basal da coroa (**FSTB**) = FABL de CURRIE *et al.* (1990), FARLOW *et al.* (1991) e FRANCO (1999).

No âmbito desta investigação aspecto e ornamentação do esmalte, dos elementos dentários isolados, também foram considerados. Para isto os exemplares UFMA 1.20.264-3, UFMA 1.20.270, UFMA 1.20.194-1, UFMA 1.20.203, UFMA 1.20.279, UFMA 1.20.270, UFMA 1.20.130, UFMA 1.20.206, UFMA 1.20.1744, UFMA 1.20.204, UFMA 1.20.273, UFMA 1.20.121-1, UFMA 1.20.127-5, UFMA 1.20.152-4, URC R.77-1, URC R.80-1, URC R.80-3, URC R.80-7, URC R.81 e URC R.83-1 foram observados através de lupa eletrônica Leica MZ6, sob aumento de 63x, 80x, 100x, 125x, 160x, 200x, 250x e 400x. As imagens foram capturadas através do *software* Leica QWin Standard 2.2 e processadas através do Corel Photo Paint 12.

#### 2.2.2.2.b - Descrição morfométrica

Dados morfométricos foram obtidos levando em consideração os critérios em seguida:

1. Altura total preservada (**AT**) = distância vertical da base à porção apical da coroa, incluindo a raiz, quando preservada.
2. Comprimento total da coroa (**CT**) = distância vertical da base à porção apical da coroa, com raiz não-inclusa; equivale a TCH de CURRIE *et al.* (1990), FARLOW *et al.* (1991) e a AT de FRANCO (1999).
3. Comprimento da seção transversal basal (**CSTB**) = distância medida no ponto mais basal da coroa, entre as extremidades máximas anterior e posterior; equivale a CR de CURRIE *et al.* (1990), FARLOW *et al.* (1991) e FRANCO (1999).
4. Largura da seção transversal basal (**LSTB**) = distância medida no ponto mais basal da coroa, entre as extremidades máxima lingual e labial; equivale a LR de CURRIE *et al.* (1990), FARLOW *et al.* (1991) e FRANCO (1999).

#### 2.2.2.2.c - Descrição micromorfológica

Para a análise micromorfológica foram selecionados na amostra os espécimens UFMA 1.20. 194-1 e URC R.78-3, dotados de carenas ornamentadas com dentículos. Os mesmos foram submetidos à Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), em microscópio de fabricação ZEISS, modelo LEO 435 VP, pertencente ao Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Eletrônica Aplicada à Agricultura (NAP/MEPA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), no Município de Piracicaba, Estado de São Paulo. Para tanto foram concluídas as seguintes etapas metodológicas:

1. Os espécimens selecionados foram mantidos previamente em estufa a 60°C por noventa minutos.
2. Para a aplicação os espécimes foram montados e aderidos a suportes metálicos para MEV, utilizando-se fita de carbono dupla face.

3. Cada espécime foi posicionado em uma câmara de alto vácuo, acoplada ao MEV.
4. A captura das imagens foi realizada através do software LEOUIF (LEO USER INTERFACE).

Os critérios considerados nesta etapa foram os que seguem:

1. Número de dentículos por milímetro da carena anterior (**DPMA**).
2. Número de dentículos por milímetro da carena posterior (**DPMP**).
3. Morfologia dos dentículos.

### **III - RESULTADOS**

#### **3.1 - DEFINIÇÃO E DESCRIÇÃO DOS MORFÓTIPOS**

Em um contexto geral a amostra é essencialmente composta por elementos dentários providos de uma única cúspide. Para aqueles nos quais parte ou o conjunto geral da raiz foram preservado, é sugerida uma implantação maxilar do tipo tecodonte.

Em caráter mais abrangente foram caracterizadas cinco classes morfológicas distintas, definidas através de critérios básicos a seguir:

- Formato da coroa.
- Grau de compressão lábio-lingual da coroa.
- Presença ou ausência de carenas definidas.
- Presença ou ausência de dentículos nas carenas.

Para cada uma das classes morfológicas reconhecidas, caracteres particulares foram considerados apenas no âmbito da distinção entre os morfótipos.

### 3.1.1 - Classe Morfológica 1

Todos os elementos associáveis à Classe Morfológica 1 são caracterizados por um aspecto geral triangular e dotados de uma moderada a acentuada compressão lábio-lingual, dividindo a superfície da coroa em duas faces distintas.

Estão presentes duas carenas bem definidas, uma mesial e outra distal, sendo ambas providas de dentículos que se estendem do ápice à porção mais basal preservada dos espécimens.

<b>NÚMERO DE CATÁLOGO</b>
<b>UFMA 1.20.264-1</b>
<b>UFMA 1.20.264-2</b>
<b>UFMA 1.20.264-3</b>
<b>URC R.78-1</b>
<b>URC R.78-2</b>
<b>URC R.78-3</b>
<b>URC R.78-4</b>
<b>UFMA 1.20.194-1</b>
<b>UFMA 1.20.194-2</b>
<b>UFMA 1.20.203</b>

Tabela 5. Exemplos analisados associados à Classe Morfológica 1.

### 3.1.1.1 - Morfótipo 1

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.264-1, UFMA 1.20.264-2, UFMA 1.20.264-3, URC R.78-1, URC R.78-2, URC R.78-3 e URC R.78-4.

Dentes com morfologia laminar e de compressão lábio-lingual moderada. Sua aparência geral assemelha-se a de um triângulo retângulo.

Possuem uma razoável inclinação mésio-distal da coroa. Contudo tal característica é melhor representada no bordo mesial, pois o distal é quase retilíneo, formando com a linha transversal basal da coroa um ângulo próximo aos 90°.

No exemplar URC R.78-2 a coroa apresenta uma suave inclinação no sentido lábio-lingual, mas em todos os outros não há qualquer indício da mesma característica.

Em sua porção apical a coroa possui um aspecto geral arredondado, podendo ou não ocorrer algum grau de desgaste.

A FSTB apresenta um aspecto retangular. Os limites lingual e labial tendem a ser retilíneos, mas em direção aos limites mesial e distal é observada uma acentuada compressão. A compressão distal da FSTB é suavemente mais acentuada que a mesial. Ainda que a tendência geral mostre que ambas as faces tendem a ser convexas, no exemplar URC R.78-2 a face lingual é acentuadamente menos convexa que a labial.

O esmalte encontra-se bem preservado em todos os exemplares, porém tende a exibir ranhuras verticais, que acompanham o eixo principal do elemento dentário da base o ápice da coroa, podendo apresentar-se de forma suave ou bem destacada. Padrões irregulares de depressões, possivelmente produzidos artificialmente pela ação do transporte ou fossildiagênese, são também observados, sendo nesta investigação denominados fraturamentos.

Enrugamentos transversais se estendem ao longo de ambas as faces da coroa. São mais evidentes, contudo, nas porções mais próximas aos bordos, em especial o bordo distal.

Nas porções preservadas de cada uma das carenas é possível identificar a contínua presença de dentículos, muito pequenos em relação ao tamanho do dente. Os valores de DPMA e DPMP são similares em ambas as carenas, variando de dois a três dentículos por milímetro.

Os dentículos apresentam-se desgastados, em especial aqueles da carena mesial. Os da carena distal apresentam menor grau de desgaste, permitindo uma melhor observação de sua estrutura geral. Apresentam formato retangular, com uma altura



maior que a largura. Seu ápice apresenta aspecto aplainado, numa conformação denominada *chisel-like*, segundo BUSCALIONI *et al.* (1996). Lateralmente apresentam relativa expansão.

De um modo geral os dentículos não apresentam espaçamento significativo entre si e estão orientados de forma oblíqua ao sentido principal de cada uma das carenas. Sulcos interdenticulares estreitos e pouco profundos, também denominados *blood grooves*, estruturam-se igualmente de forma oblíqua em relação ao sentido das carenas, projetando-se além dos limites das mesmas, diluindo-se ao longo da superfície de cada uma das faces da coroa.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>	<b>DPMA (mm)</b>	<b>DPMP (mm)</b>
UFMA 1.20.264-1 +	47,63	47,63	28,47	14,25	2	2
UFMA 1.20.264-2 +	32,51	32,51	21,47	10,11	3	3
UFMA 1.20.264-3 +	35,40	35,40	20,13	9,08	3	3
URC R.78-1 +	54,57	54,57	29,44	15,57	-	-
URC R.78-2 + *	49,35	49,35	25,76	17,65	3	3
URC R.78-3 +	26,86	26,86	19,42	10,49	3	3
URC R.78-4 +	51,18	51,18	26,79	11,20	2	2

Tabela 6. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raíz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado. O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

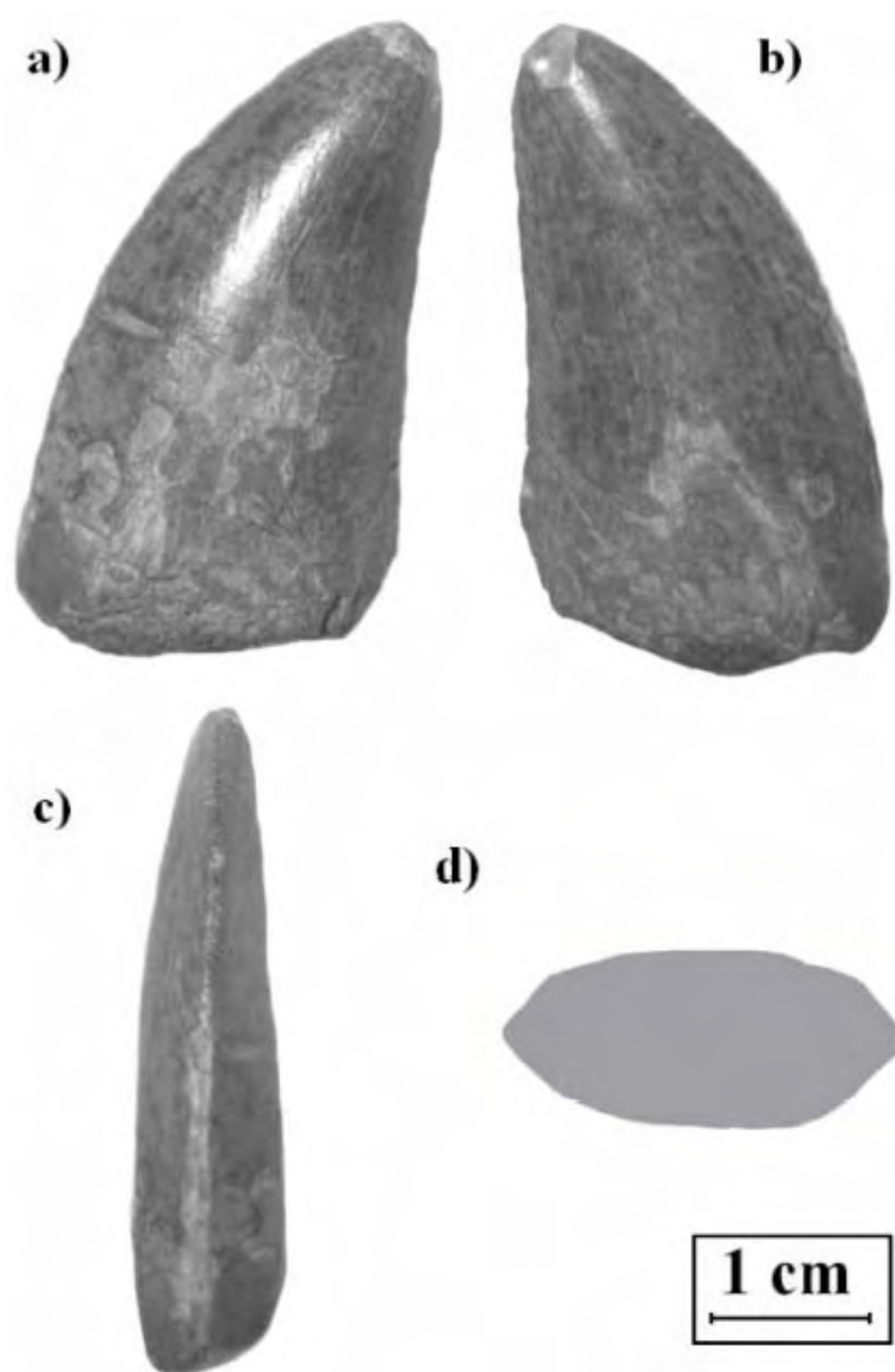


Figura 35. Exemplar associado ao Morfótipo 1 (UFMA 1.20.264-3): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito Felipe A. Elias.

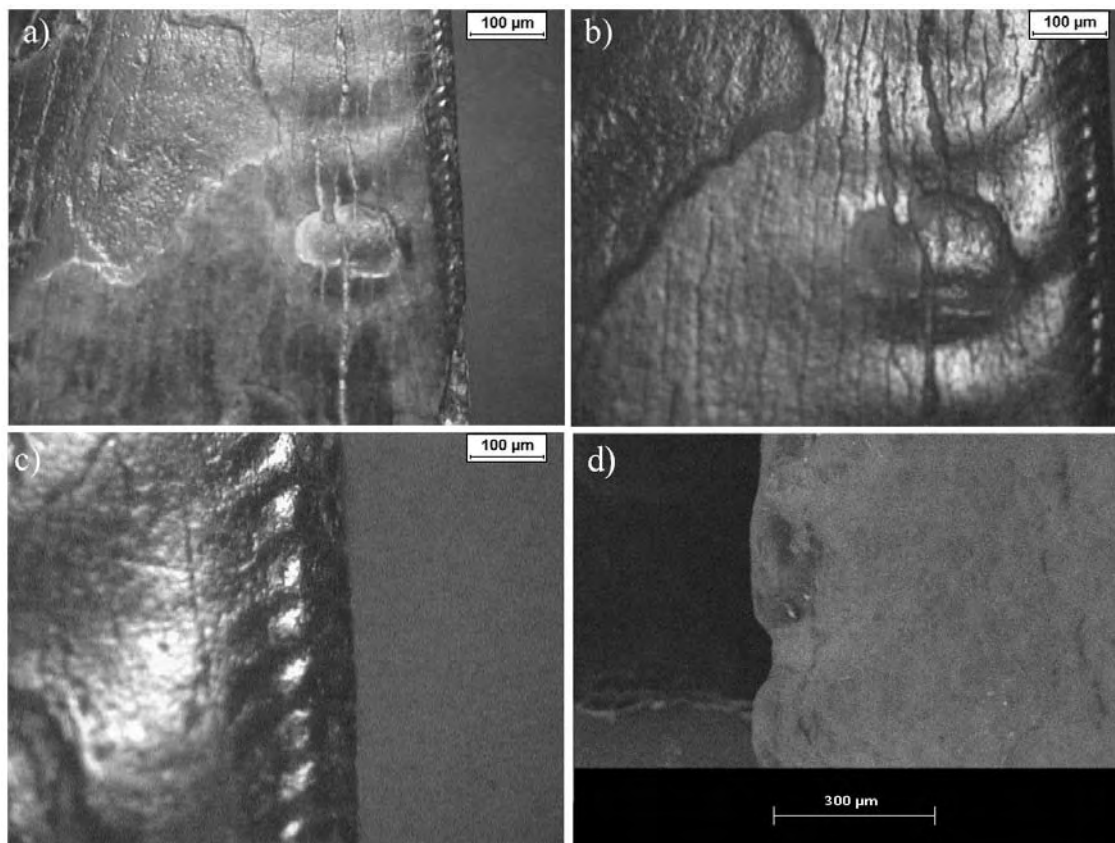


Figura 36. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 1, representada aqui pelo exemplar URC R.78-2: (a) detalhe dos enrugamentos transversais do bordo distal, em aumento de 63x; (b) detalhe dos enrugamentos transversais do bordo distal, das ranhuras e fraturamentos na superfície do esmalte, em aumento de 100x. Caracterização da micromorfologia dos dentículos: (c) detalhe dos dentículos do bordo distal em aumento de 250x; (d) caracterização da micromorfologia dos dentículos do bordo distal em aumento de 280x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.1.2 - Morfótipo 2

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.194-1 e UFMA 1.20.194-2.

Dentes com morfologia laminar e acentuada compressão lábio-lingual, sua aparência é similar a de um triângulo retângulo levemente alongado. No exemplar UFMA 1.20.194-1 a porção apical da coroa encontra-se preservada, apresentando um aspecto pontiagudo.

A coroa possui uma acentuada inclinação méso-distal, representada em maior grau no bordo mesial e, em menor grau, no distal. No sentido lábio-lingual o eixo do dente apresenta-se retilíneo.

A FSTB apresenta uma morfologia geral elíptica alongada, com forte compressão nos limites mesial e, mais acentuadamente, no distal. A face labial é acentuadamente convexa, enquanto na lingual tal característica ocorre em menor grau. O aspecto geral da FSTB assemelha-se ao de uma “folha”.

O esmalte encontra-se bem preservado em todos os exemplares. É possível a identificação de enrugamentos horizontais extremamente suaves ao longo de ambas as faces da coroa, estendendo-se na porção basal entre as carenas mesial e a distal. Ranhuras verticais muito sutis acompanham o eixo principal do elemento dentário da base ao ápice da coroa.

Nas porções preservadas de cada uma das carenas é possível identificar a contínua presença de dentículos, de tamanho relativamente maior em relação ao comprimento total do dente daqueles observados no Morfótipo 1. Os valores de DPMA e DPMP são similares em ambas as carenas, numa média de quatro dentículos por milímetro.

Os dentículos da carena mesial encontram-se muito desgastados, porém é possível observar que estão orientados obliquamente em relação ao sentido geral da margem. Os da carena distal são bem mais longos, orientando-se perpendicularmente em relação ao bordo.

Ainda que a altura dos dentículos da carena mesial represente uma pequena parcela daquela dos dentículos da carena distal, a diferença de seu comprimento em ambas as carenas não difere significativamente.

Apresentam formato bastante alongado, com uma altura significativamente maior que a largura. Seu ápice apresenta aspecto assimétrico, que configura uma conformação denominada *hooked-like*, segundo BUSCALIONI *et al.* (1996). Lábio-lingualmente são bastante estreitos.

De um modo geral os dentículos apresentam um espaçamento significativo entre si, especialmente em sua porção distal. Os *blood grooves* são profundos, porém não se estendem além dos limites das carenas.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>	<b>DPMA (mm)</b>	<b>DPMP (mm)</b>
UFMA 1.20.194-1 +	16,14	16,14	7,30	3,38	4	4
UFMA 1.20.194-2 + *	13,05	13,05	7,87	3,75	4	4

Tabela 7. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raíz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado). O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

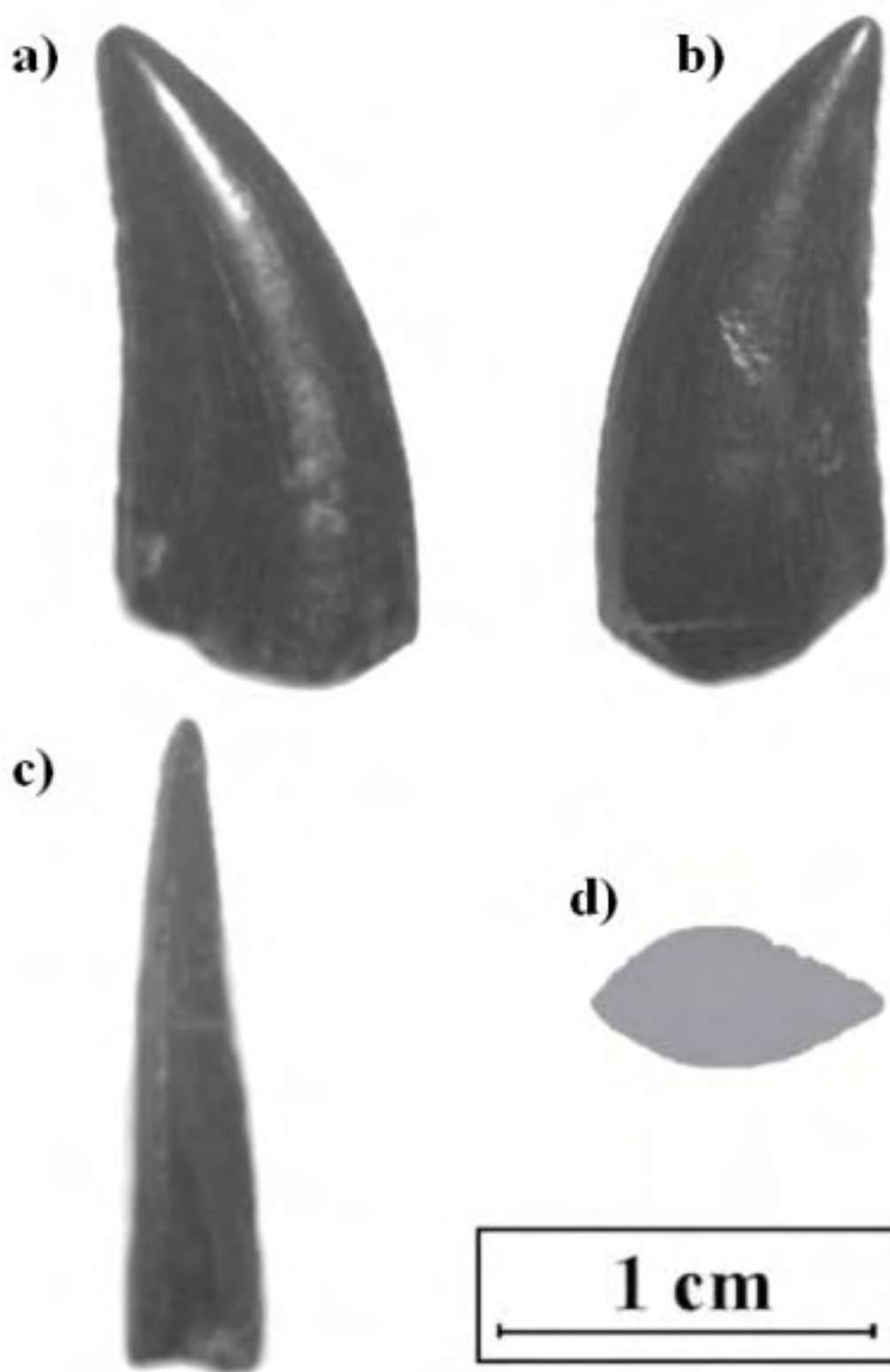


Figura 37. Exemplar associado ao Morfótipo 2 (UFMA 1.20.194-1): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

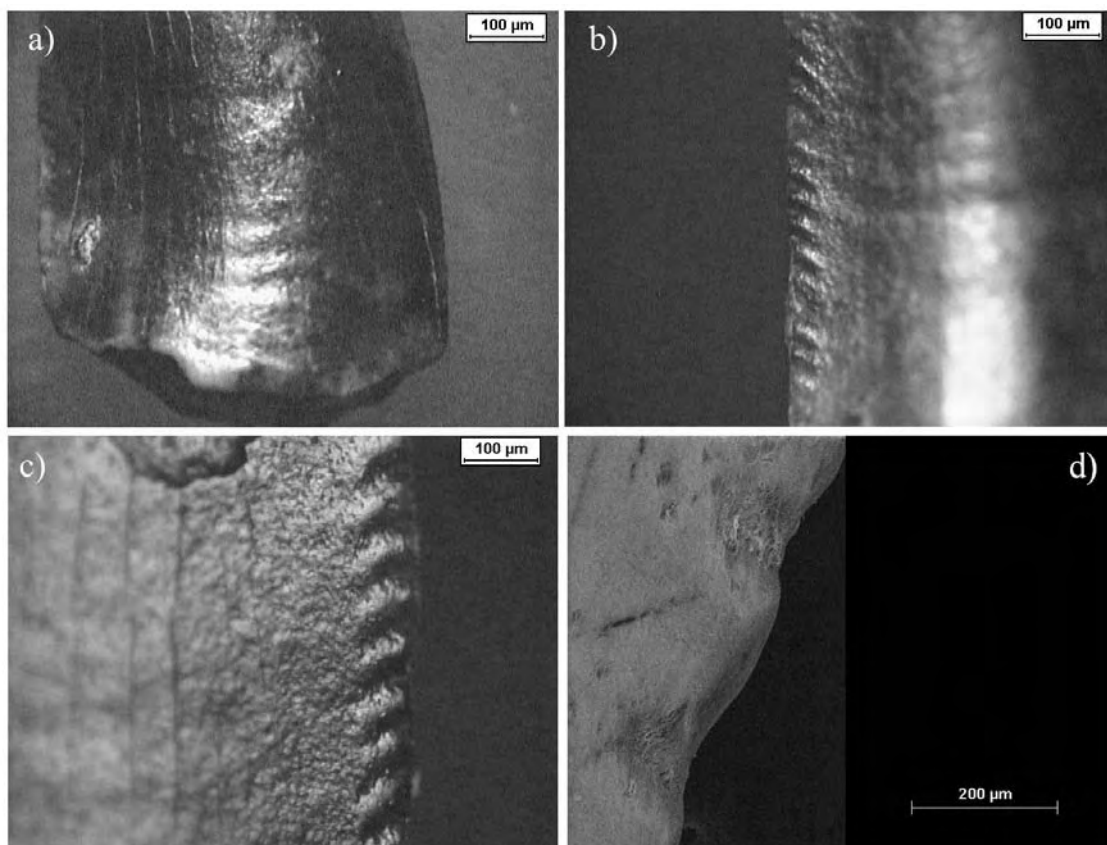


Figura 38. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 2, representada aqui pelo exemplar UFMA 1.20.194-1: (a) detalhe dos enrugamentos transversais suaves ao longo da superfície da face labial e das ranhuras longitudinais, em aumento de 100x. Caracterização da micromorfologia dos dentículos: (b) detalhe dos dentículos do bordo distal, em aumento de 200x; (c) detalhe dos dentículos do bordo distal, em aumento de 400x; (d) detalhe da micromorfologia dos dentículos do bordo distal, em aumento de 481x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.1.3 - Morfótipo 3

**EXEMPLAR:** UFMA 1.20.203.

Dente com morfologia laminar e acentuada compressão lábio-lingual, sua aparência geral é similar a de um triângulo levemente alongado. A porção apical possui aspecto arredondado, com algum grau de desgaste.

A coroa possui uma acentuada inclinação mésio-distal, representada no bordo anterior. No sentido lábio-lingual o eixo do dente apresenta-se retilíneo. O bordo distal não se encontra preservado, impossibilitando maior detalhamento de sua estrutura.

A FSTB apresenta uma morfologia geral similar ao Morfótipo 2, também elíptica, mas tendendo para oval. Apresenta uma compressão no limite mesial. Mesmo com o bordo distal não preservado é notada uma tendência à compressão mais acentuada neste sentido. Ambas as faces são bastante convexas.

Na porção preservada da carena mesial há evidência da presença de dentículos, porém submetidos a desgaste acentuado, o que impede uma observação mais detalhada de sua morfologia.

O esmalte encontra-se bem preservado, mas nenhuma ornamentação significativa é observada, à exceção de um grande fraturamento transversal que se estende próximo à porção basal da coroa, ao longo de ambas as faces.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT</b> <b>(mm)</b>	<b>CT</b> <b>(mm)</b>	<b>CSTB</b> <b>(mm)</b>	<b>LSTB</b> <b>(mm)</b>	<b>DPMA</b> <b>(mm)</b>	<b>DPMP</b> <b>(mm)</b>
UFMA 1.20.203 +	25,98	25,98	13,17	7,56	4	-

Tabela 8. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado.



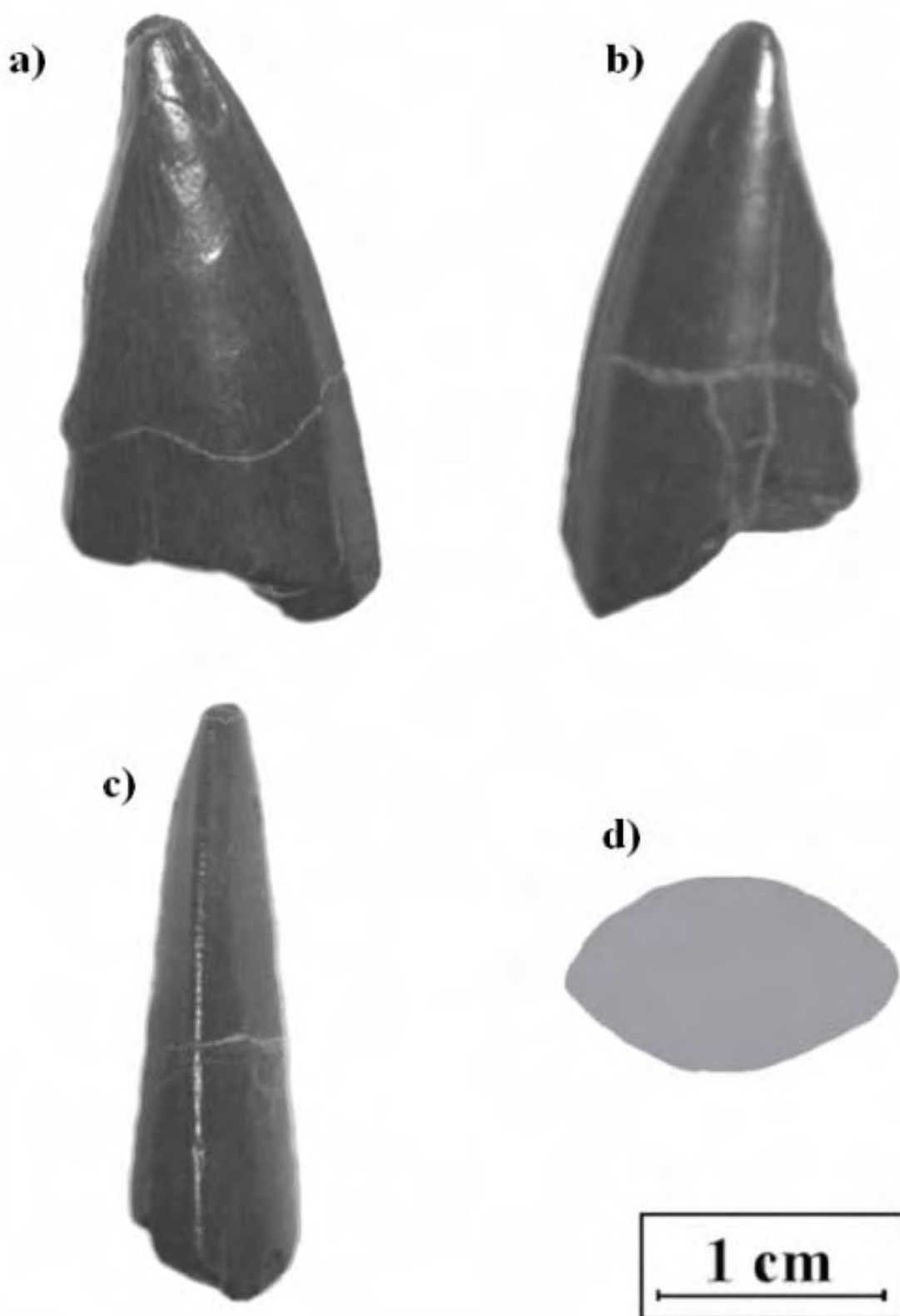


Figura 39. Exemplar associado ao Morfótipo 3 (UFMA 1.20.203): (a) vista lingual; (b) vista labial; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

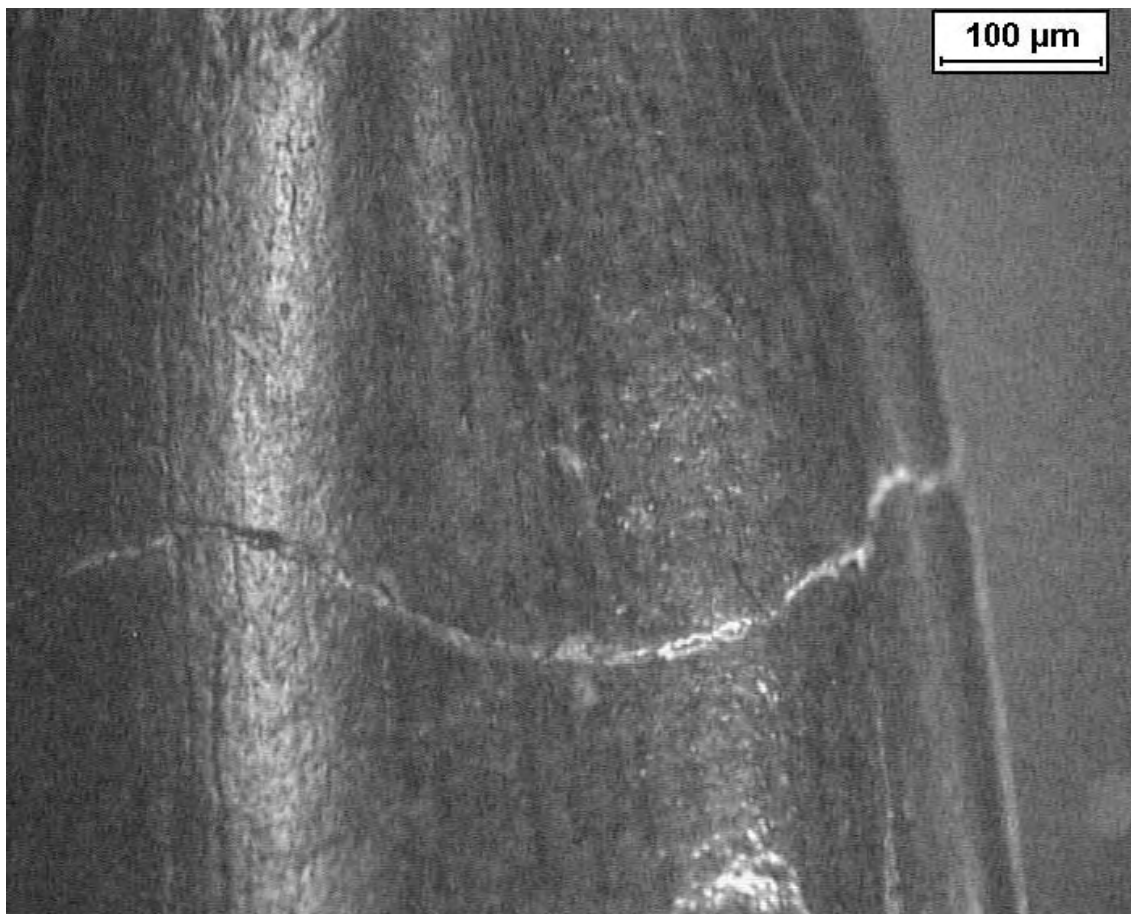


Figura 40. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 3, em aumento de 100x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.2 - Classe Morfológica 2

Todos os elementos associáveis à Classe Morfológica 2 são caracterizados por um aspecto geral cônico, relativamente alongado e provido de compressão lábio-lingual, variando de suave a moderada, dividindo a superfície da coroa em duas faces distintas.

Estão presentes duas carenas, uma mesial e outra distal, ambas desprovidas de dentículos, que se estendem do ápice à porção mais basal preservada dos espécimens.

<b>NÚMERO DE CATÁLOGO</b>	
<b>UFMA 1.20.127-1</b>	<b>UFMA 1.20.154-3</b>
<b>UFMA 1.20.127-2</b>	<b>UFMA 1.20.157-1</b>
<b>UFMA 1.20.127-3</b>	<b>UFMA 1.20.157-2</b>
<b>UFMA 1.20.127-4</b>	<b>UFMA 1.20.157-3</b>
<b>UFMA 1.20.127-6</b>	<b>UFMA 1.20.178-4</b>
<b>UFMA 1.20.127-7</b>	<b>UFMA 1.20.003</b>
<b>UFMA 1.20.152-1</b>	<b>UFMA 1.20.213</b>
<b>UFMA 1.20.152-2</b>	<b>UFMA 1.20.166</b>
<b>UFMA 1.20.152-3</b>	<b>UFMA 1.20.279</b>
<b>UFMA 1.20.152-4</b>	<b>UFMA 1.20.270</b>
<b>UFMA 1.20.152-5</b>	<b>URC R.79</b>
<b>UFMA 1.20.152-6</b>	<b>URC R.81</b>
<b>UFMA 1.20.152-7</b>	<b>URC R.82-1</b>
<b>UFMA 1.20.154-1</b>	<b>URC R.82-2</b>
<b>UFMA 1.20.154-2</b>	<b>URC R.82-3</b>

Tabela 9. Exemplos analisados associados à Classe Morfológica 2.

### 3.1.2.1 - Morfótipo 4

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.213, UFMA 1.20.152-2, UFMA 1.20.152-3, UFMA, 1.20.152-7, UFMA 1.20.279, URC R.82-2 e URC R.82-3.

Dentes cônicos longos, exemplares deste morfótipo apresentam coroa sem inclinação mésio-distal. Mas é perceptível moderada inclinação no sentido lábio-lingual.

Porção apical pontiaguda em UFMA 1.20.152-2. Em UFMA 1.20.152-3 e UFM 1.20.279 observa-se desgaste diagonal. Outros espécimens não mostram porção apical.

FSTB apresenta morfologia variando de subcircular a oval, refletindo suave a moderada compressão lábio-lingual. Ambas as faces são acentuadamente convexas.

O esmalte encontra-se bem preservado na maioria dos espécimens, tornando possível identificação de uma densa distribuição de ranhuras suaves e sinuosas, que seguem descontinuamente, acompanhando o plano do eixo principal do dente, podendo inter cruzar-se, da base em direção ao ápice.

A face lingual da coroa tende a ser subfacetada, condição restrita à porção basal; a face labial não apresenta este padrão de ornamentação. Na face labial podem ocorrer sutis enrugamentos transversais, que se estendem de uma carena à outra.

Tanto a carena mesial como a distal não são serrilhadas, iniciando-se bastante sutis na porção basal da coroa, tornando-se progressivamente mais desenvolvidas à medida que se estendem em direção ao ápice do dente. Na porção mediana da coroa ambas as carenas atingem seu máximo desenvolvimento.

Exemplares com preservação parcial ou total da raíz mostram estrutura tendendo ao cilindro longo, com dimensões transversais próximas a valores de CSTB e LSTB.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.152-2 +	35,21	25,16	14,33	10,54
UFMA 1.20.152-3 +	55,67	38,07	18,07	15,00
UFMA 1.20.152-7 + *	38,52	26,34	14,02	11,41
UFMA 1.20.213 *	56,15	37,56	22,49	15,98
UFMA 1.20.279	49,63	31,58	15,67	11,83
URC R.82-2 + *	32,87	32,87	20,72	14,06
URC R.82-3 *	25,01	18,11	11,83	10,14

Tabela 10. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raíz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado). O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

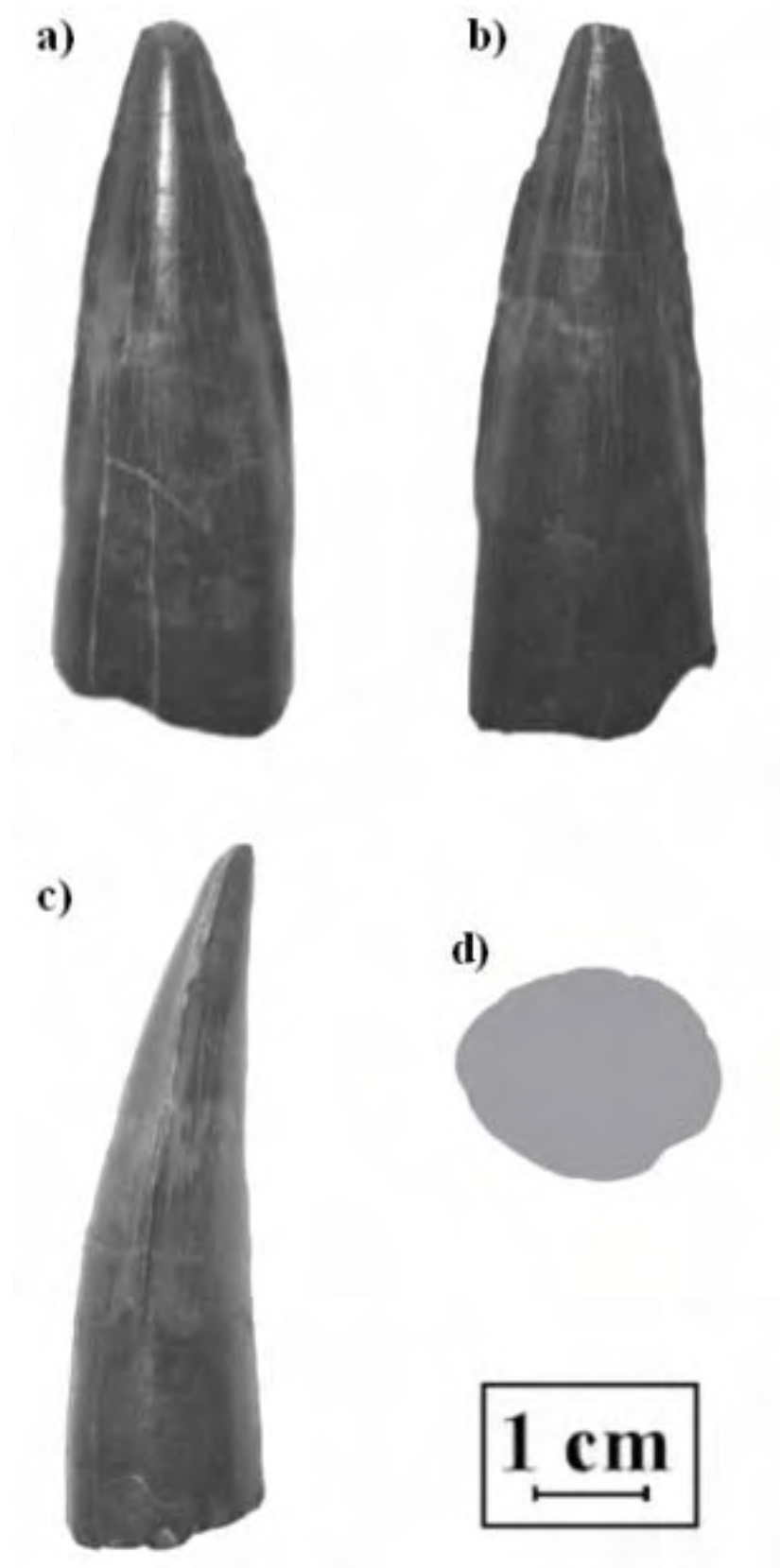


Figura 41. Exemplar associado ao Morfótipo 4 (UFMA 1.20.279): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

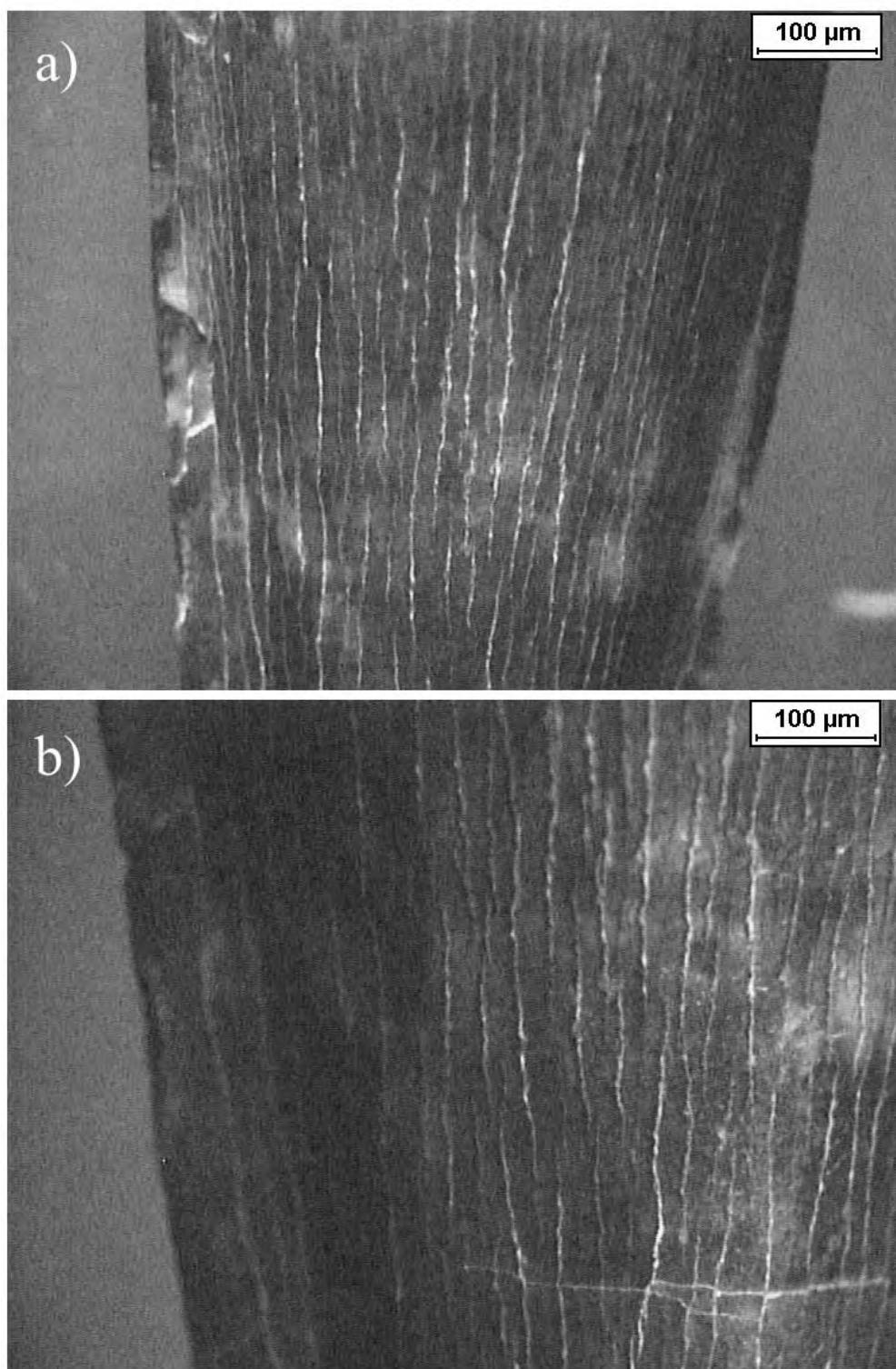


Figura 42. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 4, representada aqui pelo exemplar UFMA 1.20.279: (a) detalhe das ranhuras longitudinais ao longo da superfície da face labial e das carenas não serrilhadas, em aumento de 63x; (b) detalhe das mesmas ranhuras, em aumento de 100x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.2.2 - Morfótipo 5

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.127-3, UFMA 1.20.127-4, UFMA 1.20.127-7, UFMA 1.20.152-4, UFMA 1.20.154-1, UFMA 1.20.154-2, UFMA 1.20.154-3, UFMA 1.20.178-4, UFMA 1.20.003 e URC R.79.

Dentes de morfologia cônica alongada, bastante similar ao Morfótipo 4. Apresentam contudo uma coroa com uma suave inclinação mésio-distal. No sentido lábio-lingual há uma tendência ao eixo principal dos dentes seguir um plano retilíneo.

A porção apical, observada apenas em UFMA 1.20.154-2 e URC R.79, possui um aspecto pontiagudo.

A FSTB apresenta geometria subcircular, reflexo de uma quase insipiente compressão lábio-lingual. Ambas as faces são fortemente convexas.

Tal como no Morfótipo 4, o esmalte apresenta ranhuras, porém bastante sutis e sinuosas, que seguem continuamente o plano de eixo do dente, podendo inter cruzar-se, da base em direção ao ápice.

Uma ou ambas as faces da coroa são subfacetadas. Estas feições são mais bem definidas próximo à porção basal; tornam-se menos distintas à medida que atingem a região apical. UFMA 1.20.127-7 apresenta-se bastante fragmentado, mas com base nesta mesma estrutura de ornamentação do esmalte foi possível associá-lo ao Morfótipo 5. O Morfótipo 4 apresenta igual padrão subfacetado, porém é restrito à face lingual.

Tanto a carena mesial quanto a distal, ambas não serrilhadas, são bastante sutis ao longo de toda a extensão das bordas da coroa. Distinguem-se assim daquelas apresentadas pelo Morfótipo 4.

Em exemplares onde uma parcela, ou a porção total da raiz foi preservada, nota-se que esta estrutura tende a ser cilíndrica alongada e conserva dimensões transversais próximas aos valores de CSTB e LSTB.



<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.003 *	35,43	28,08	14,32	12,24
UFMA 1.20.127-3 + *	19,79	8,06	11,25	8,11
UFMA 1.20.127-4 + *	46,78	37,04	22,15	16,80
UFMA 1.20.127-7 + *	22,52	12,51	10,56	7,33
UFMA 1.20.152-4 *	26,32	17,93	8,89	8,14
UFMA 1.20.154-1 + *	40,69	40,69	25,06	19,09
UFMA 1.20.154-2 + *	34,74	34,74	18,20	15,40
UFMA 1.20.154-3 + * ~	50,65	35,79	15,75	4,09
UFMA 1.20.178-4 + *	25,08	25,08	11,74	10,85
URC R.79	30,76	30,76	9,37	8,10

Tabela 11. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado. O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado. O indicativo “~” = coroa fragmentada longitudinalmente, com largura real superior ao observado.

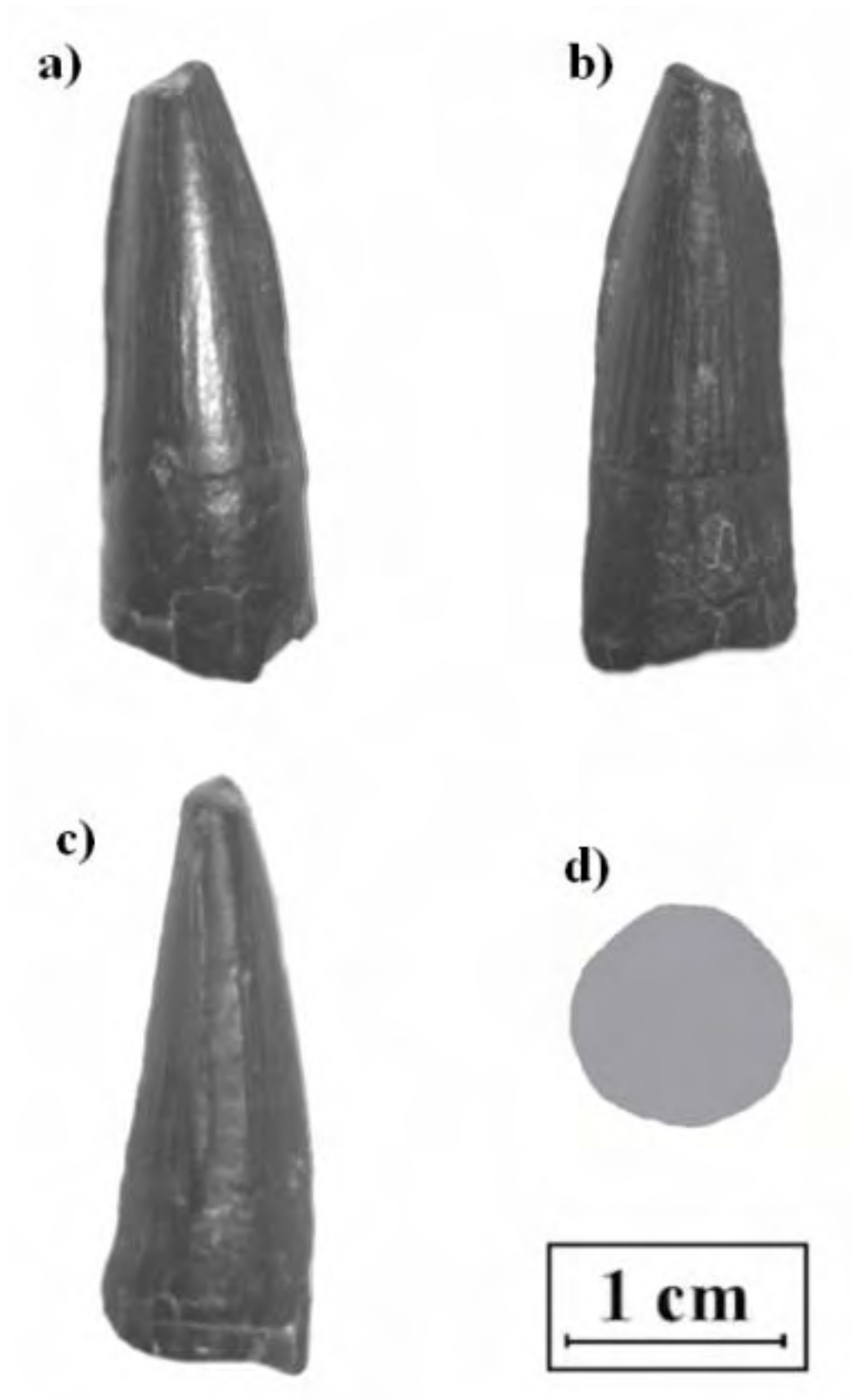


Figura 43. Exemplar associado ao Morfótipo 5 (UFMA 1.20.152-4): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

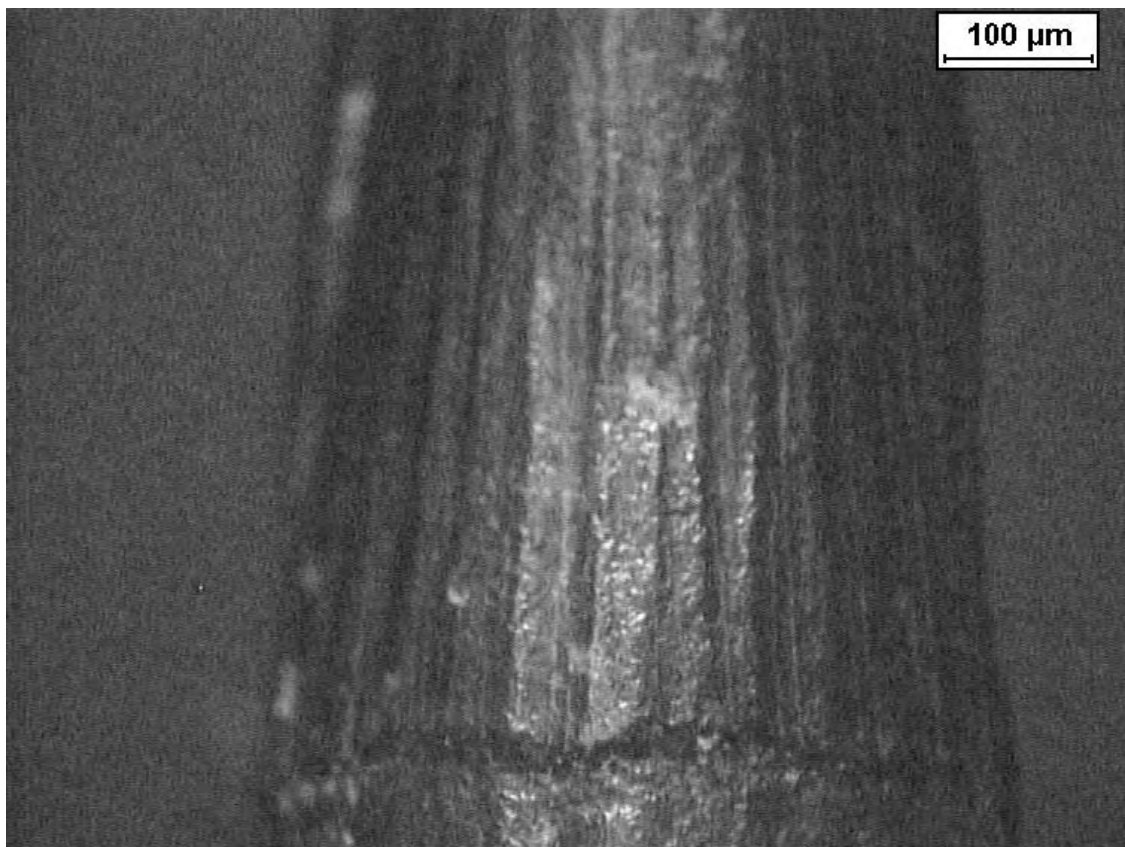


Figura 44. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 5, representada aqui pelo exemplar UFMA 1.20.152-4: detalhe da superfície da face labial fortemente subfacetada, em aumento de 100x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.2.3 - Morfótipo 6

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.127-1, UFMA 1.20.127-2, UFMA 1.20.127-6, UFMA 1.20.152-1, UFMA 1.20.152-5, UFMA 1.20.152-6, UFMA 1.20.157-1, UFMA 1.20.157-2, UFMA 1.20.157-3, UFMA 1.20.270, URC R.81 e URC R.82-1.

Dentes com morfologia cônica alongada, bastante similares aos morfótipos 4 e 5. Apresentam coroa com uma inclinação mésio-distal bastante suave. É perceptível ainda uma moderada inclinação do eixo principal dos dentes no sentido lábio-lingual.

A porção apical da coroa, observada nos exemplares UFMA 1.20.152-6 e URC R.81, apresenta um aspecto arredondado ou desgastado. O exemplar UFMA 1.20.166 apresenta sua porção apical pontiaguda. Os outros espécimens apresentam esta porção fragmentada ou ausente.

A FSTB apresenta em geral uma geometria levemente ovalada, mas é perceptível uma suave compressão lateral na porção mediana da linha do bordo lingual ou de ambos os bordos.

O esmalte também se encontra bem preservado na maioria dos espécimens. Torna possível a identificação de uma densa distribuição de ranhuras, bastante sutis e sinuosas, que seguem continuamente o plano de eixo principal do dente, podendo inter cruzar-se, da base em direção ao ápice. Fraturamentos são menos frequentes, mas também ocorrem.

As duas carenas, não serrilhadas, são bastante sutis ao longo de toda a extensão das bordas mesial e distal da coroa, estendendo-se da base ao ápice, em uma condição muito similar à encontrada no Morfótipo 5.

Em exemplares onde uma parcela, ou a porção total da raiz foi preservada, nota-se que esta estrutura tende a ser cilíndrica, alongada e conserva dimensões transversais próximas aos valores de CSTB e LSTB.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.127-1 + *	23,59	23,59	13,84	9,47
UFMA 1.20.127-2 +	37,14	31,63	13,27	9,62
UFMA 1.20.127-6 + *	26,50	20,04	13,22	9,75
UFMA 1.20.152-1 +	32,77	22,11	9,33	7,16
UFMA 1.20.152-5 *	33,51	21,88	11,59	7,88
UFMA 1.20.152-6	34,22	25,05	12,68	9,90
UFMA 1.20.157-1 + *	36,26	28,47	13,64	9,44
UFMA 1.20.157-2 + *	27,34	27,34	12,92	9,61
UFMA 1.20.157-3 + *	20,16	20,16	15,02	10,74
UFMA 1.20.270 *	62,44	40,44	20,88	14,05
URC R.82-1 + *	43,55	43,55	21,18	16,41
URC R.81 *	37,62	25,32	10,19	7,99

Tabela 12. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado. O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

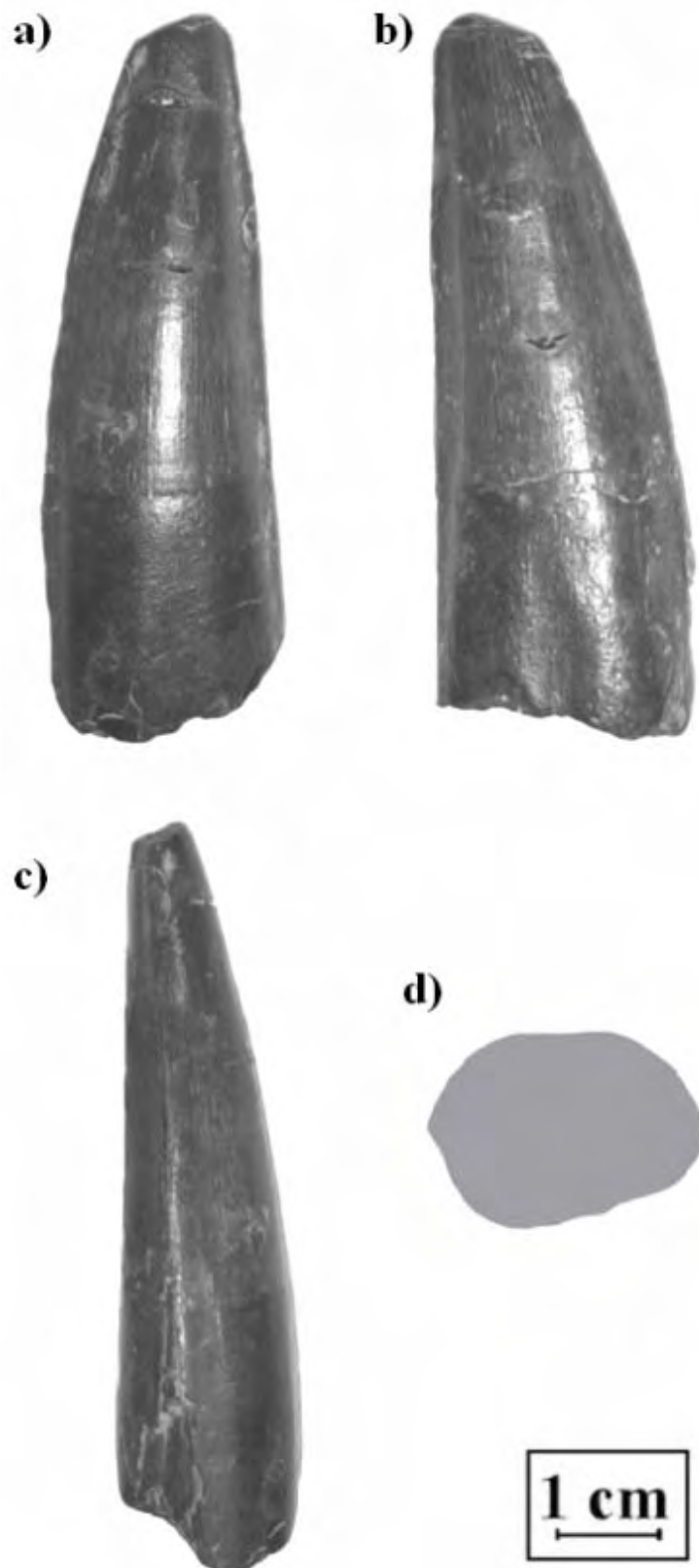


Figura 45. Exemplar associado ao Morfótipo 6 (UFMA 1.20.270): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

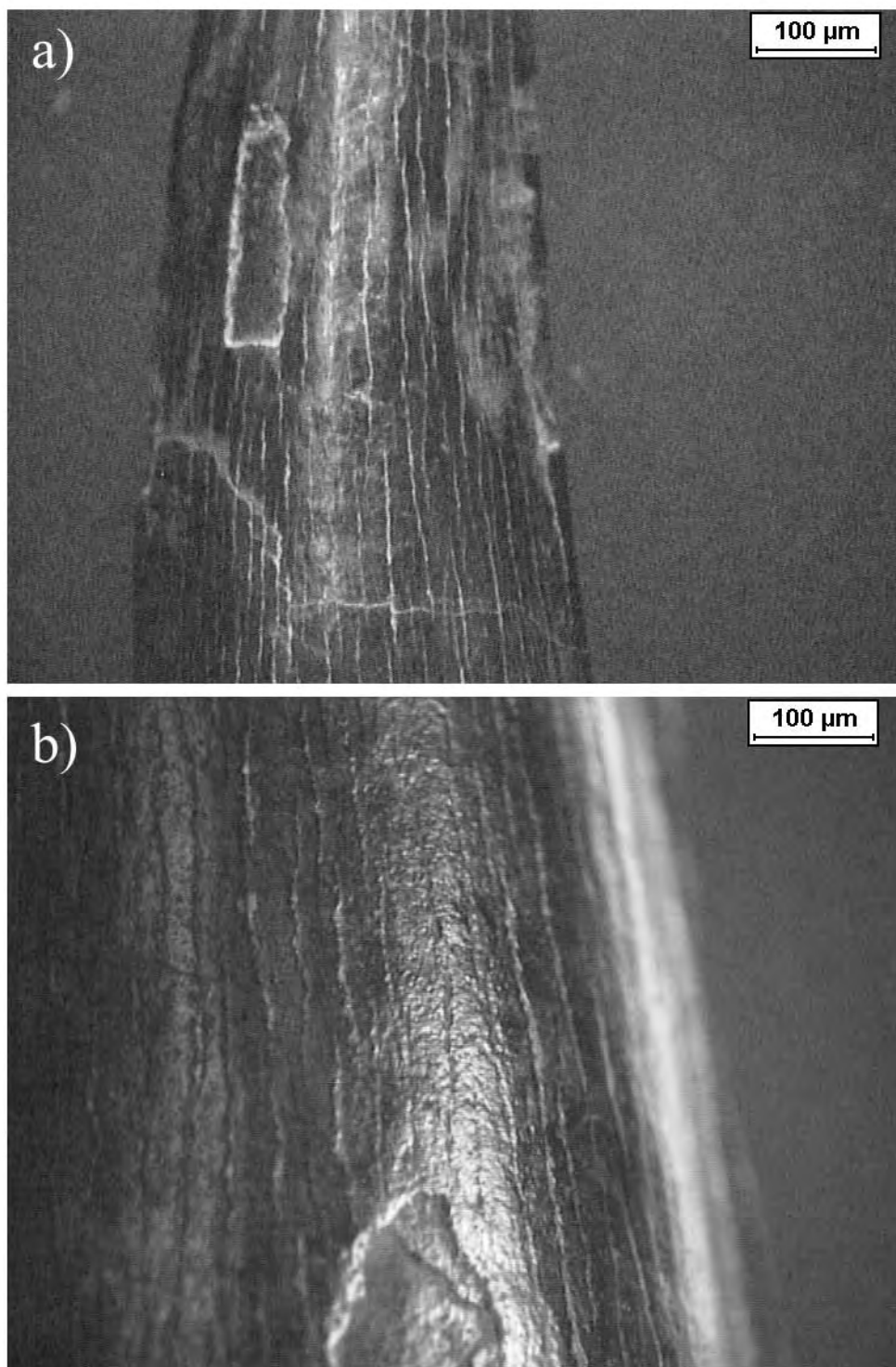


Figura 46. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 6: (a) no exemplar URC R.81, detalhe das ranhuras e fraturamentos longitudinais ao longo da superfície da face labial e das carenas não serrilhadas, em aumento de 63x; (b) no exemplar UFMA 1.20.157-3, detalhe das ranhuras e fraturamentos longitudinais em aumento de 100x; Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.3 - Classe Morfológica 3

Todos os elementos associáveis à Classe Morfológica 3 são caracterizados por um aspecto geral cônico, com compressão lábio-lingual bastante suave ou mesmo ausente. A superfície da coroa pode estar dividida em duas faces distintas.

Podem estar presentes duas carenas, uma mesial e outra distal, ambas desprovidas de denticulos, que se estendem do ápice à porção mais basal preservada dos espécimens. Alguns exemplares são destituídos destas estruturas.

<b>NÚMERO DE CATÁLOGO</b>
<b>UFMA 1.20.178-2</b>
<b>UFMA 1.20.178-3</b>
<b>UFMA 1.20.127-5</b>
<b>UFMA 1.20.127-8</b>
<b>URC R.80-1</b>
<b>URC R.80-2</b>
<b>URC R.80-3</b>
<b>URC R.80-4</b>
<b>URC R.80-5</b>
<b>URC R.80-6</b>
<b>URC R.80-7</b>

Tabela 13. Exemplares analisados associados à Classe Morfológica 3.



### 3.1.3.1 - Morfótipo 7

#### **EXEMPLAR:** URC R.80-1.

Dente cônico e de aspecto robusto, com uma coroa cujo eixo méso-distal segue um plano preferencialmente retilíneo. É perceptível uma suave inclinação no sentido lábio-lingual. A porção apical apresenta um aspecto sempre bastante arredondado.

A base do dente é bastante larga em relação à sua altura, mostrando sinais de uma constrição basal. A FSTB apresenta um aspecto oval; reflexo de uma quase insipiente compressão lábio-lingual. Ambas as faces são acentuadamente convexas; a face lingual, contudo, tende a apresentar tal característica de modo menos acentuado.

O esmalte encontra-se bem preservado, tornando possível identificação de uma distribuição de ranhuras e fraturamentos em geral sutis e sinuosos, que seguem de forma descontínua o plano de eixo principal do dente, da base em direção ao ápice.

As duas carenas, ambas não serrilhadas, são quase imperceptíveis, estendendo-se ao longo de toda a extensão das bordas da coroa.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
URC R.80-1 +	23,27	23,27	17,64	12,34

Tabela 14. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado.

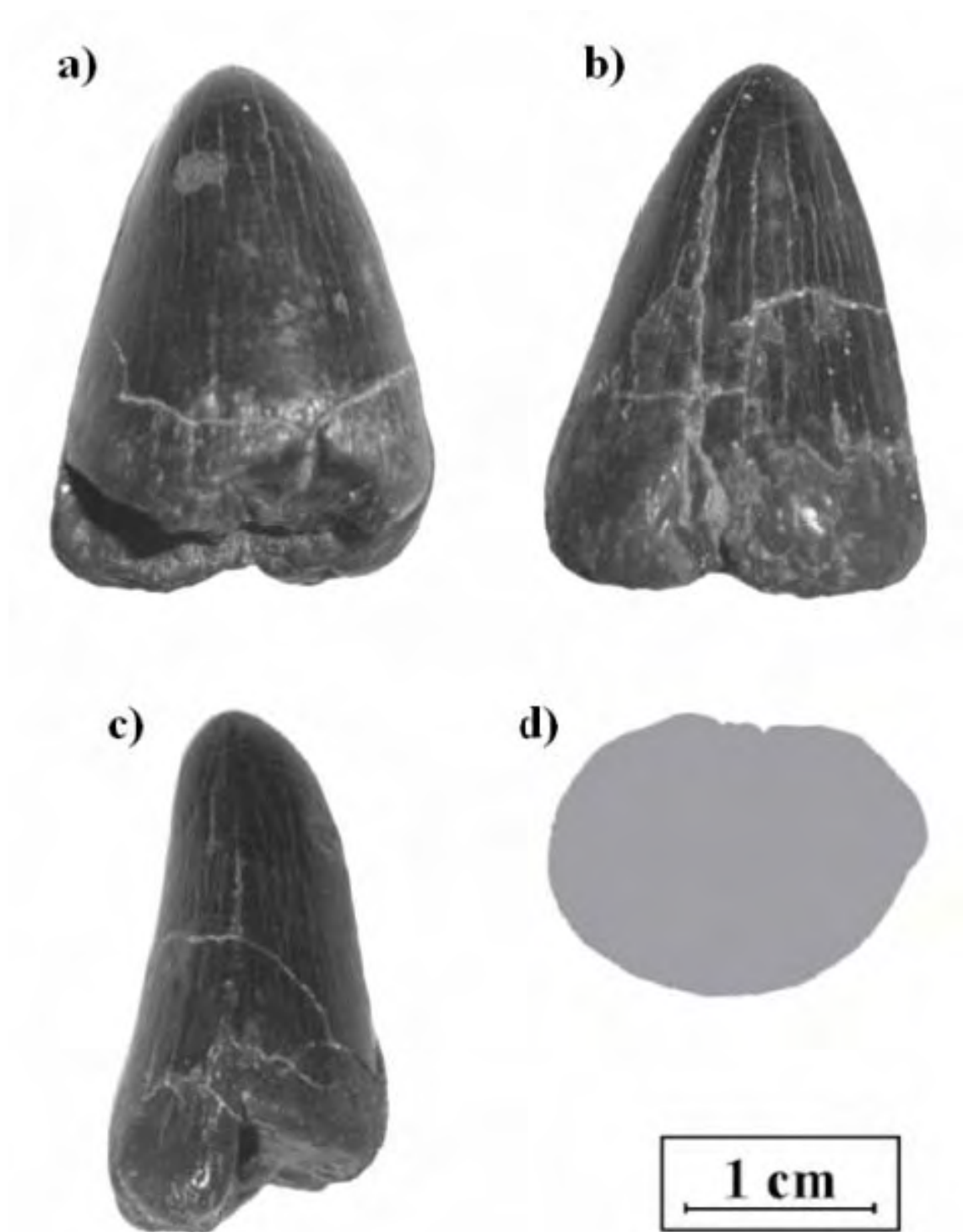


Figura 47. Exemplar associado ao Morfótipo 7 (URC R.80-1): (a) vista lingual; (b) vista labial; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

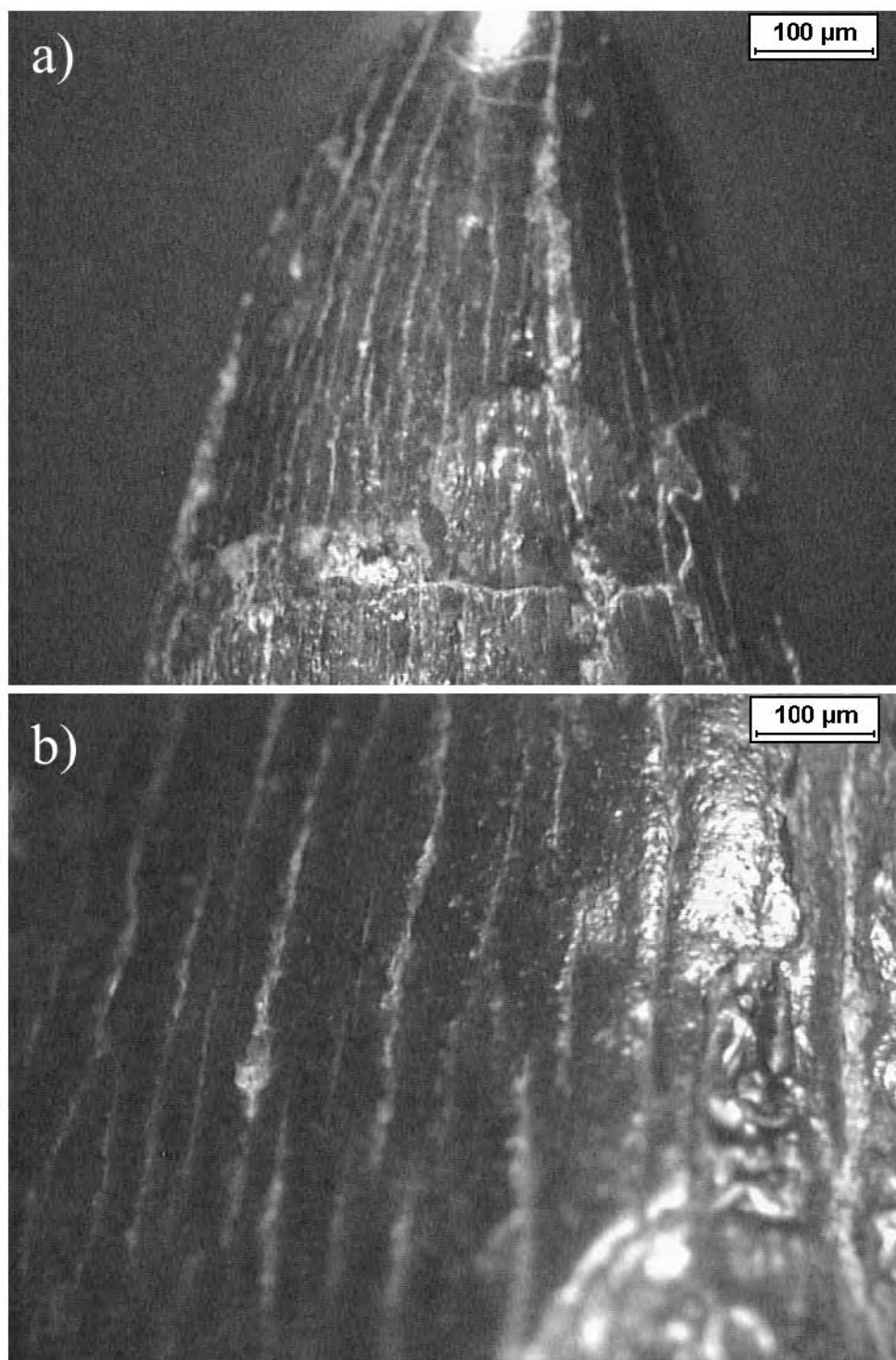


Figura 48. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 7, representado pelo exemplar URC R.80-1: (a) detalhe das ranhuras e fraturamentos longitudinais ao longo da superfície da face labial e das carenas não serrilhadas, em aumento de 63x; (b) detalhe dos fraturamentos longitudinais, em aumento de 200x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.3.2 - Morfótipo 8

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.127-8, URC R.80-2, URC R. 80-6, URC R.80-5 e URC R.80-7.

Dentes cônicos de aspecto robusto, com uma coroa retilínea do ponto de vista méso-distal. É perceptível uma suave inclinação no sentido lábio-lingual. A porção apical apresenta um aspecto suavemente pontiagudo.

A FSTB apresenta em geral aspecto circular ou subcircular, reflexo de uma quase insipiente compressão lábio-lingual. Contudo a coroa ainda pode ser delimitada em duas faces distintas, ambas acentuadamente convexas.

O esmalte se encontra bem preservado na maioria dos exemplares, possibilitando identificação de uma distribuição de ranhuras sutis e sinuosas, que seguem de forma descontínua o plano de eixo principal do dente, sempre paralelos, próximos ao ápice.

Na porção basal as faces da coroa apresentam sulcos largos e profundos, separados por cristas definidas e paralelas, que se estendem da base e diluem-se para o ápice.

As carenas são bastante sutis ao longo de toda a extensão das bordas da coroa.

EXEMPLAR	AT (mm)	CT (mm)	CSTB (mm)	LSTB (mm)
UFMA 1.20.127-8 + *	26,37	19,58	13,75	12,19
URC R.80-2 + *	26,92	26,92	13,26	10,71
URC R.80-6 + *	19,03	15,85	7,53	7,25
URC R.80-5 + *	23,45	23,45	13,46	11,03
URC R.80-7 +	35,92	26,75	12,36	11,30

Tabela 15. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado. O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

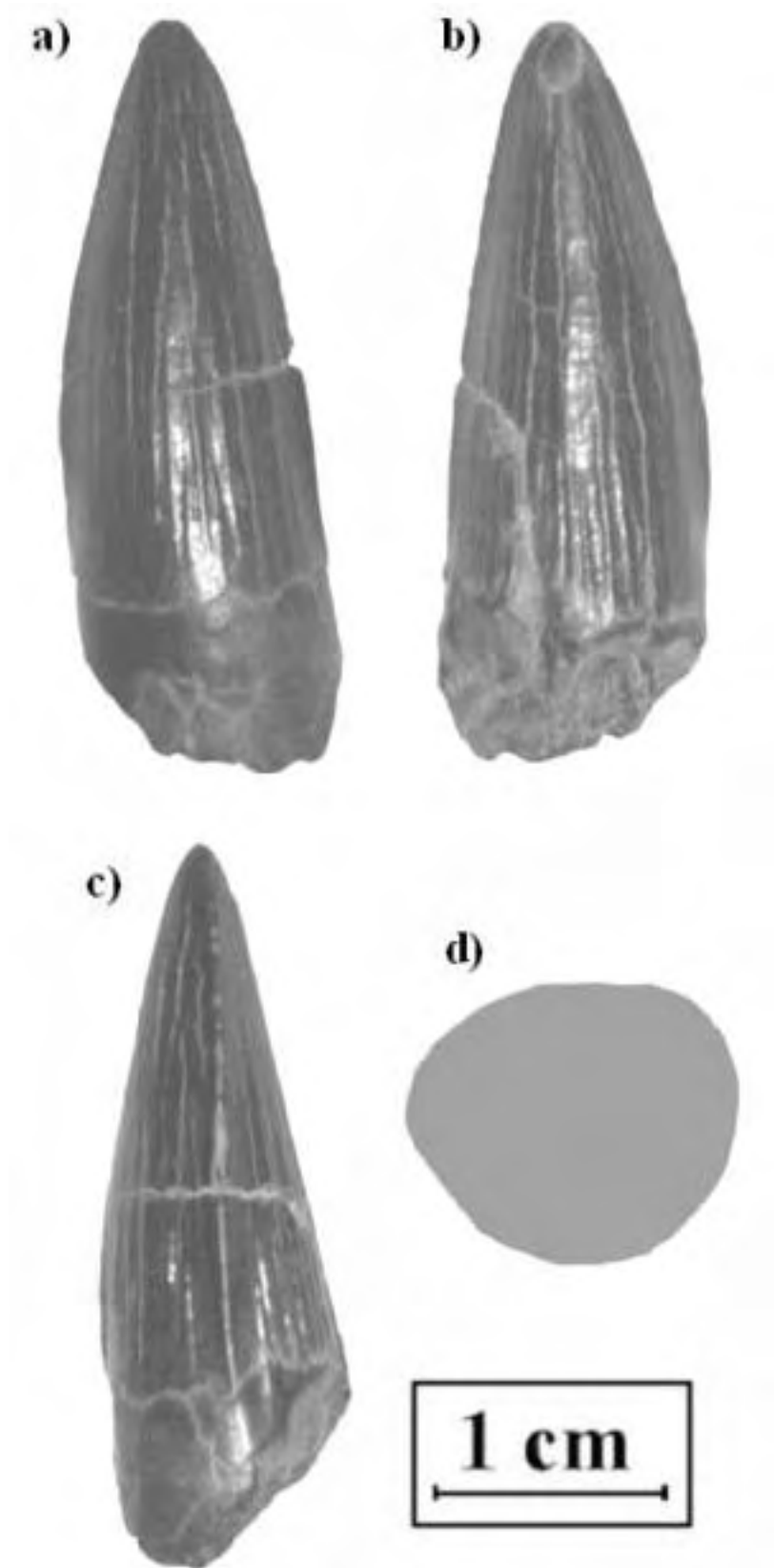


Figura 49. Exemplar associado ao Morfótipo 8 (URC R.80-7): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

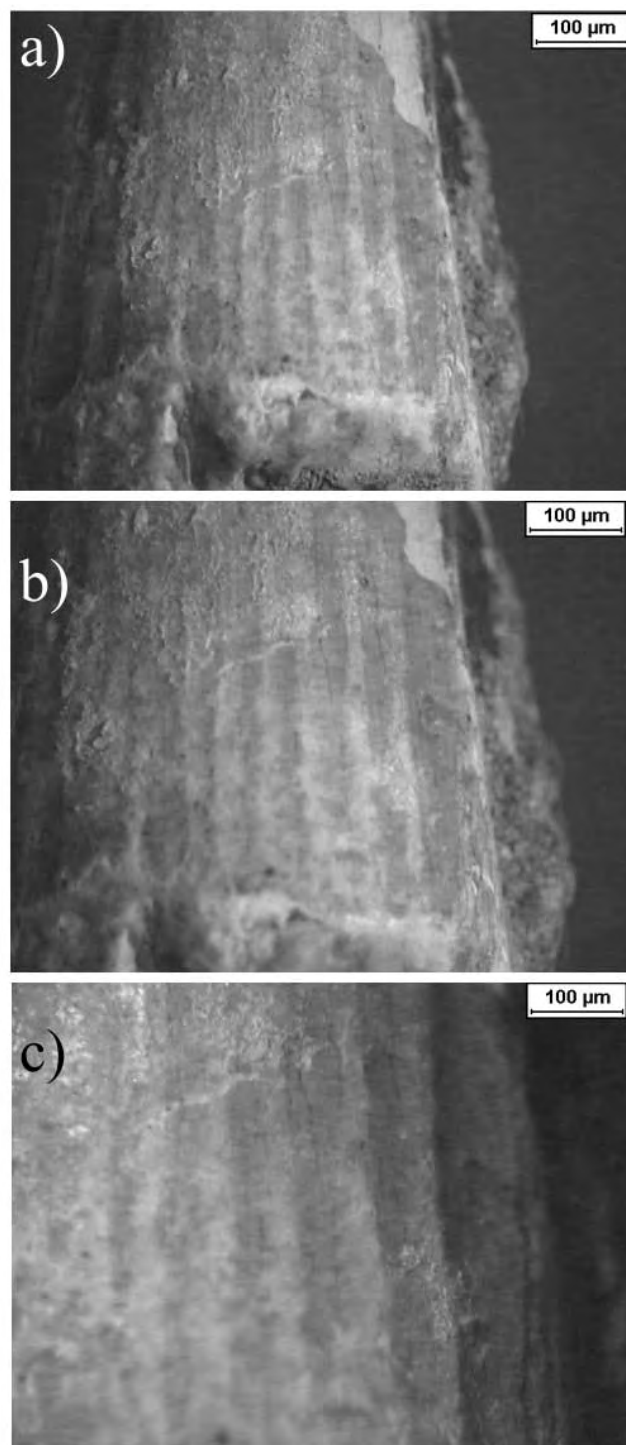


Figura 50. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 8, representado pelo exemplar URC R.80-2: (a) detalhe das estrias longitudinais, fortemente marcadas ao longo da superfície da face labial e das carenas não serrilhadas, em aumento de 63x; (b) detalhe das cristas, em aumento de 100x; (c) detalhe das cristas, em aumento de 160x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.3.3 - Morfótipo 9

#### **EXEMPLAR:** URC R. 80-3.

Dente de aspecto cônico, levemente alongado, com a região apical fragmentada.

A coroa segue um plano retilíneo do ponto de vista méso-distal, porém com uma suave inclinação no sentido lábio-lingual.

A FSTB apresenta um aspecto circular, reflexo da ausência de uma compressão lábio-lingual definida.

Há apenas uma carena bastante sutil, que se estende ao longo do bordo distal, dificultando a distinção de duas faces na coroa.

O esmalte se encontra bem preservado, tornando possível identificação de uma distribuição de ranhuras e fraturamentos longitudinais sinuosos. Sulcos paralelos finos e profundos, separados por cristas bem definidas, estendem-se na porção basal, em ambas as faces da coroa.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
URC R.80-3 + *	19,18	13,64	7,80	7,38

Tabela 16. Dados morfométricos (em milímetros). O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado. O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

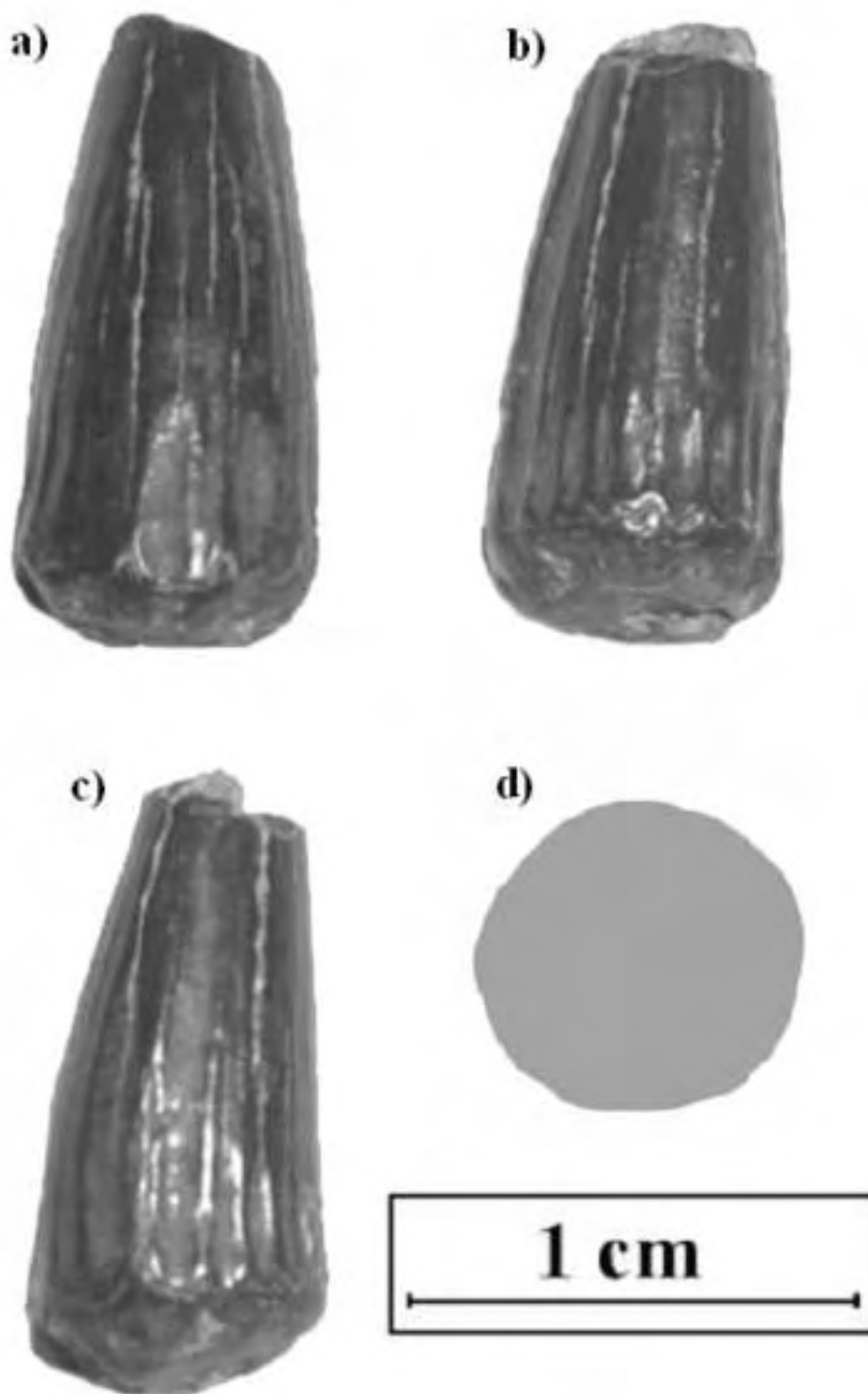


Figura 51. Exemplar associado ao Morfótipo 9 (URC R.80-3): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB; (e) detalhe dos sulcos do esmalte. Crédito: Felipe A. Elias.



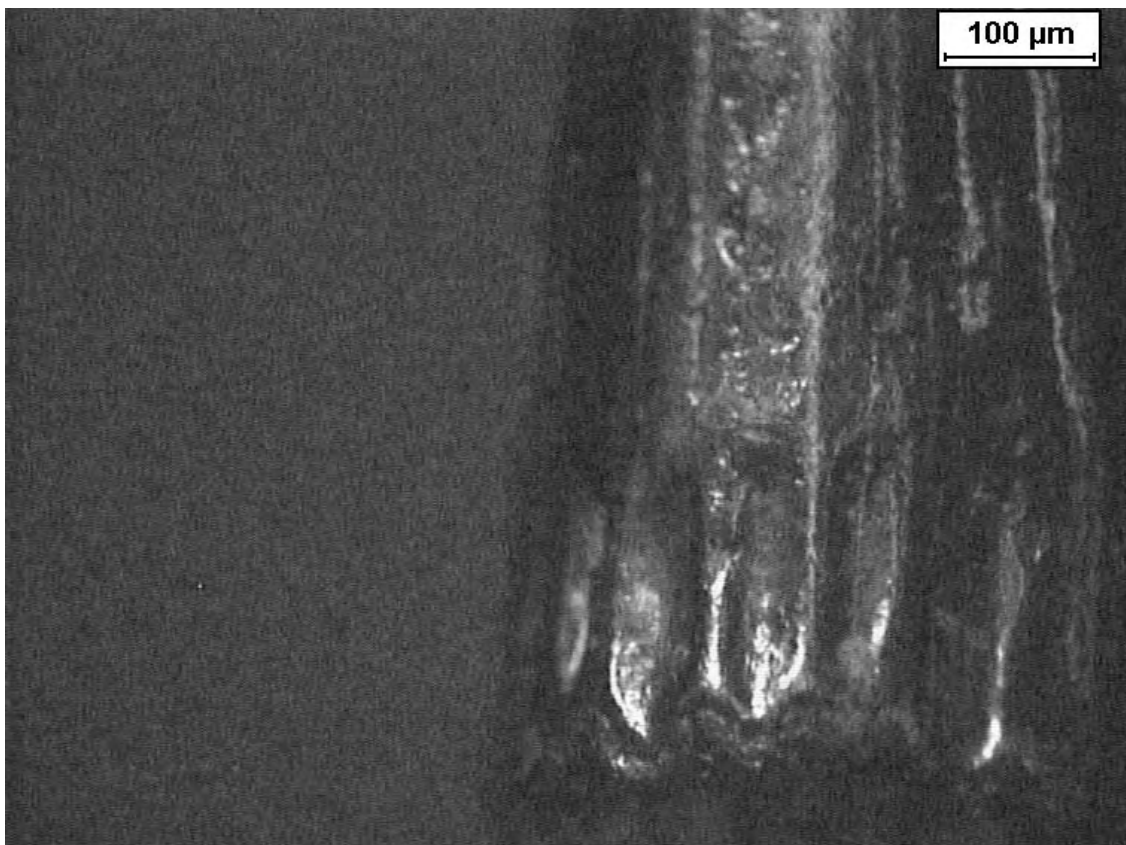


Figura 52. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 9, representado pelo exemplar URC R.80-3, com detalhe dos sulcos paralelos e das cristas ao longo da superfície basal da coroa, em aumento de 125x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.3.4 - Morfótipo 10

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.127-5, UFMA 1.20.178-2, UFMA 1.20.178-3 e URC R.80-4.

Dentes com aspecto cônico levemente alongado, sua região apical apresenta um aspecto de suave arredondamento. A coroa pode apresentar uma suave inclinação méso-distal e no sentido lábio-lingual.

A FSTB apresenta aspecto oval a elíptico, resultante de uma compressão lábio-lingual variando de suave a moderada.

Carenas não ocorrem em nenhum dos espécimens, mas é possível uma distinção de duas faces na coroa, acentuadamente convexas.

Nos espécimens onde ocorrem traços preservados de esmalte observa-se um suave padrão de ranhuras longitudinais.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.127-5 +	16,74	16,74	8,52	6,37
UFMA 1.20.178-2 +	17,38	17,38	7,96	6,49
UFMA 1.20.178-3 +	17,07	17,07	8,89	7,62
URC R.80-4 +	18,42	18,42	11,09	9,41

Tabela 17. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raíz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado.

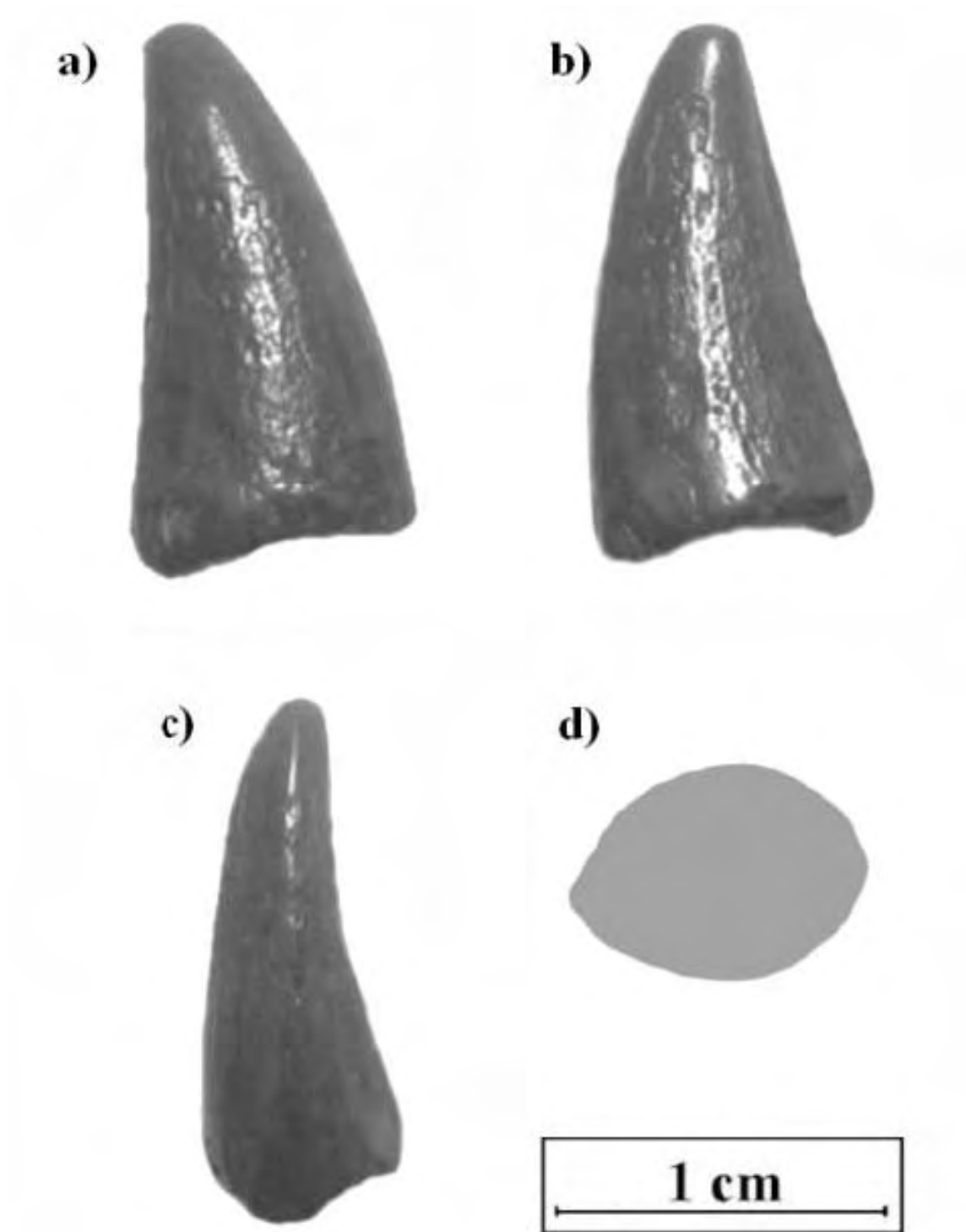


Figura 53. Exemplar associado ao Morfótipo 10 (UFMA 1.20.127-5): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.4 - Classe Morfológica 4

Todos os elementos associáveis à Classe Morfológica 4 são caracterizados por um aspecto geral significativamente alongado e bastante afilado, sendo dotados de compressão lábio-lingual variando de suave a acentuada. São desprovidos de carenas, impedindo a observação de faces distintas na coroa.

<b>NÚMERO DE CATÁLOGO</b>
<b>UFMA 1.10.1744</b>
<b>UFMA 1.20.130</b>
<b>UFMA 1.20.121-1</b>
<b>UFMA 1.20.121-2</b>
<b>UFMA 1.20.121-3</b>
<b>UFMA 1.20.121-4</b>
<b>UFMA 1.20.121-5</b>
<b>UFMA 1.20.121-6</b>
<b>UFMA 1.20.206</b>
<b>UFMA 1.20.178-1</b>
<b>UFMA 1.20.166</b>
<b>URC R.77-1</b>
<b>URC R.77-2</b>
<b>URC R.77-3</b>
<b>URC R.77-4</b>
<b>URC R.77-5</b>

Tabela 18. Exemplos analisados associados à Classe Morfológica 4.

### 3.1.4.1 - Morfótipo 11

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.178-1, URC R.77-1, URC R.77-2, URC R.77-3, URC R.77-4 e URC R.77-5.

Dentes de aspecto alongado, possuindo a porção apical com aspecto bastante pontiagudo.

A coroa tende a ser retilínea na porção médio-basal, mas apresenta moderada a acentuada inclinação mésio-distal na porção mais apical. No sentido lábio-lingual tende a apresentar-se retilínea, em alguns exemplares ocorrendo suave inclinação na direção lingual. Não ocorre qualquer forma de carenas nos bordos.

A FSTB apresenta em geral aspecto que varia do oval ao elíptico, refletindo uma compressão lábio-lingual suave a moderada. Nenhum dos espécimens apresenta porção associável à raiz.

O esmalte está bem preservado na maioria, no entanto não foi observado nenhum tipo de ornamentação aparente, apresentando um aspecto em geral liso.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.178-1 +	16,53	16,53	5,22	3,80
URC R.77-1 +	31,18	31,18	9,18	6,76
URC R.77-2 +	15,55	15,55	5,27	3,12
URC R.77-3 +	14,91	14,91	3,80	2,51
URC R.77-4 +	11,45	11,45	2,99	2,18
URC R.77-5 +	12,06	12,06	3,93	3,14

Tabela 19. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raíz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado.

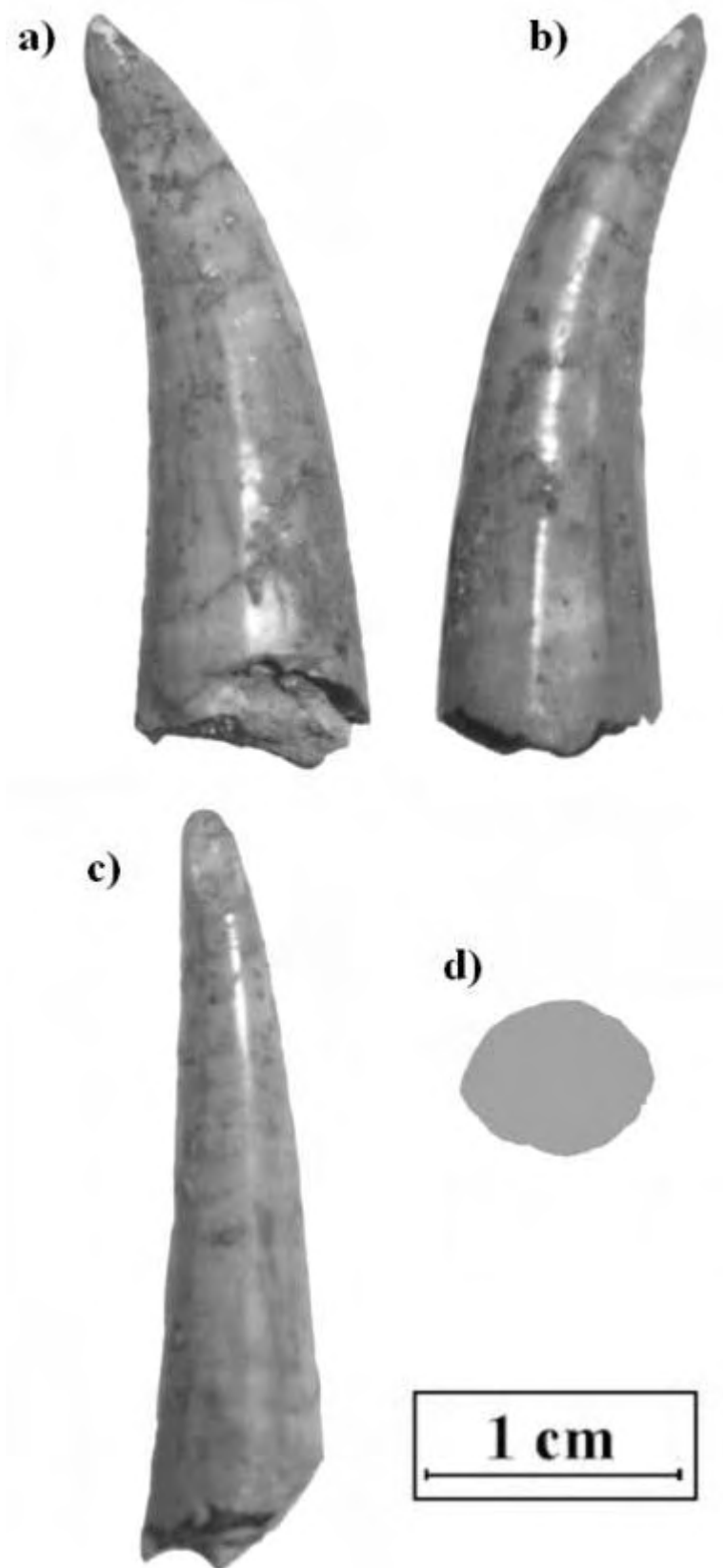


Figura 54. Exemplar associado ao Morfótipo 11 (URC R.77-1): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista distal; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.4.2 - Morfótipo 12

**EXEMPLAR:** UFMA 1.20.130.

Dente de aspecto alongado. Sua porção apical não se encontra preservada.

A coroa apresenta moderada inclinação méso-distal. No sentido lábio-lingual observa-se também uma moderada inclinação na direção lingual.

A FSTB apresenta aspecto similar a uma elipse, refletindo uma acentuada compressão lábio-lingual, permitindo a distinção de duas faces na coroa. Não há sinal da presença de carenas.

O esmalte encontra-se mal preservado. A dentina exposta apresenta uma série de fraturamentos distribuídos de maneira não uniforme.

Na face labial, uma pequena porção preservada do esmalte permitiu a distinção de um padrão irregular de ranhuras suaves. A parte exposta da dentina apresenta finos enrugamentos transversais, que se estendem da porção mais basal em direção ao ápice.

Na face lingual são observados pelo menos sete sulcos finos, profundos e retilíneos, dispostos paralelamente entre si e diagonalmente em relação ao limite basal da coroa.

EXEMPLAR	AT (mm)	CT (mm)	CSTB (mm)	LSTB (mm)
UFMA 1.20.130 + *	30,04	30,04	8,51	5,90

Tabela 20. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado). O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

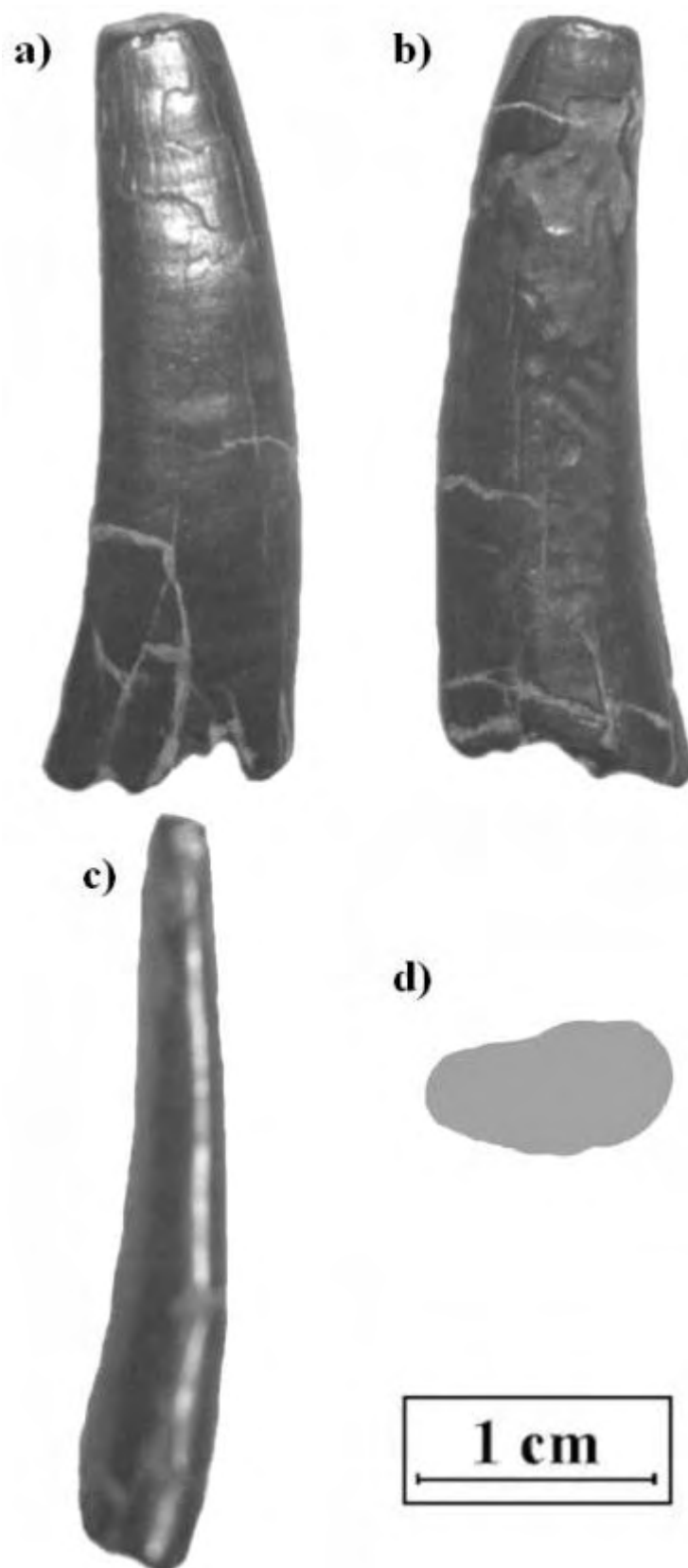


Figura 55. Exemplar associado ao Morfótipo 12 (UFMA 1.20.130): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista distal; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.



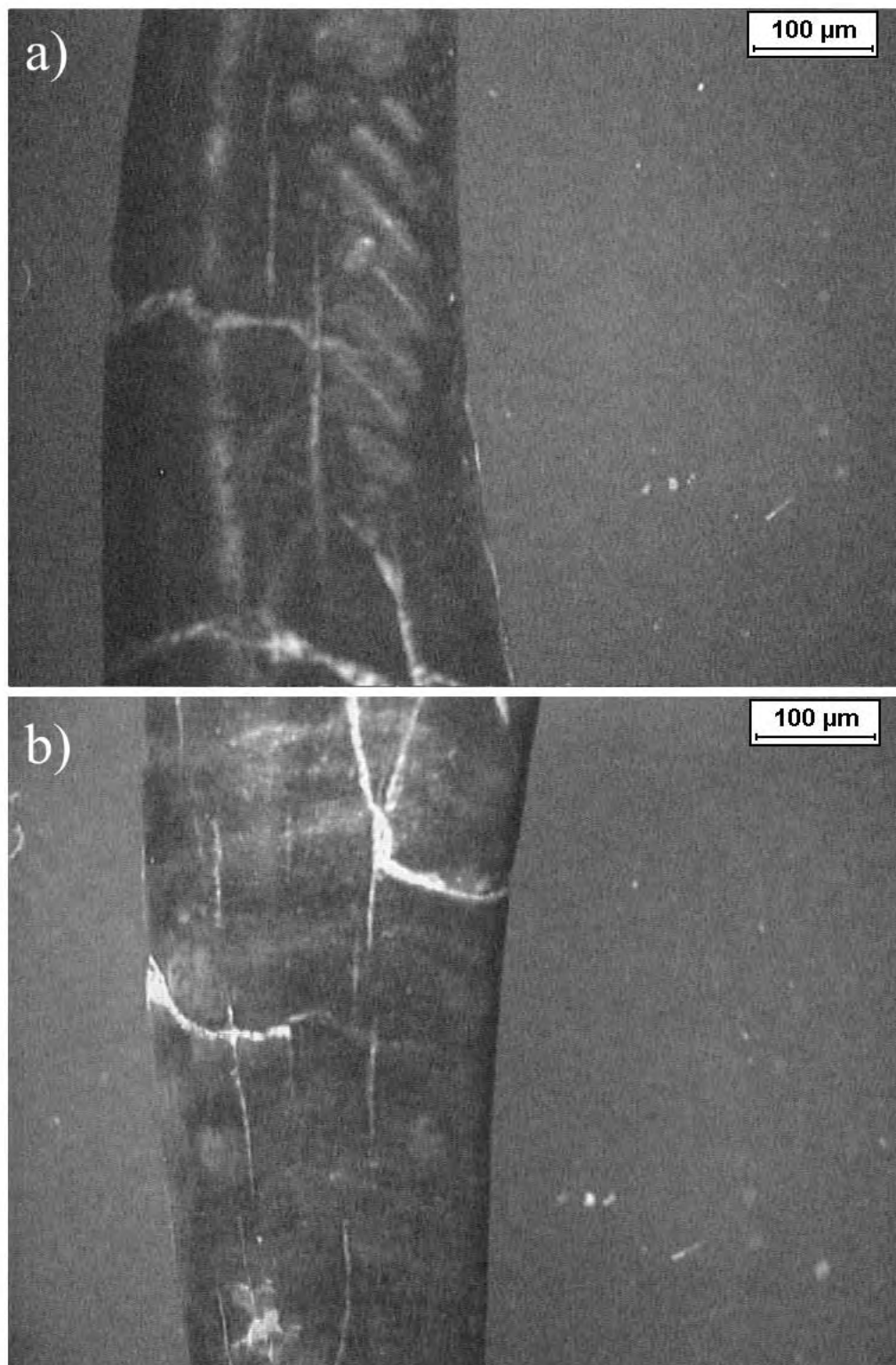


Figura 56. Caracterização da superfície da coroa associada ao Morfótipo 12, representado pelo exemplar UFMA 1.20.130: (a) detalhe dos sulcos paralelos ao longo da face lingual da coroa, em aumento de 63x; (b) detalhe dos enrugamentos que se estendem ao longo da face labial, em aumento de 63x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.4.3 - Morfótipo 13

**EXEMPLAR:** UFMA 1.20.206.

Há poucos dados informativos com relação à coroa. Sua porção preservada sugere uma inclinação mésio-distal. No sentido lábio-lingual tende a apresentar-se retilínea.

FSTB apresenta em geral aspecto retangular, sugerindo uma moderada compressão lábio-lingual. Não há qualquer sinal da presença de carenas.

Na porção preservada do esmalte foi possível a identificação de uma distribuição de ranhuras e fraturamentos sutis e sinuosos, que seguem, de forma descontínua, o plano de eixo principal do dente.

O segmento preservado da raiz possui em sua porção proximal dimensões com valores similares aos de CSTB e LSTB. Estes valores tendem, contudo, a aumentar em direção à sua porção mais distal.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.206 *	42,32	12,63	10,96	6,95

Tabela 21. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

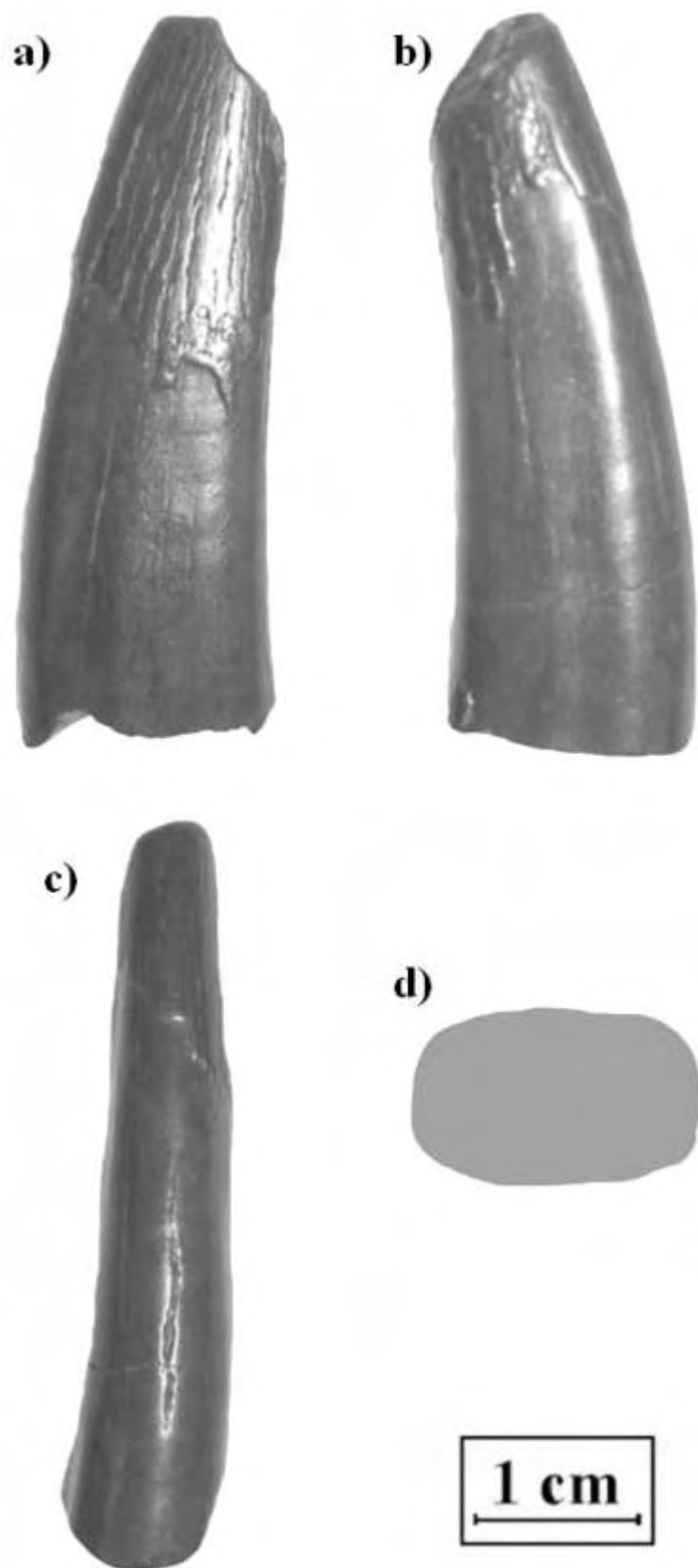


Figura 57. Exemplar associado ao Morfótipo 13 (UFMA 1.20.206): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

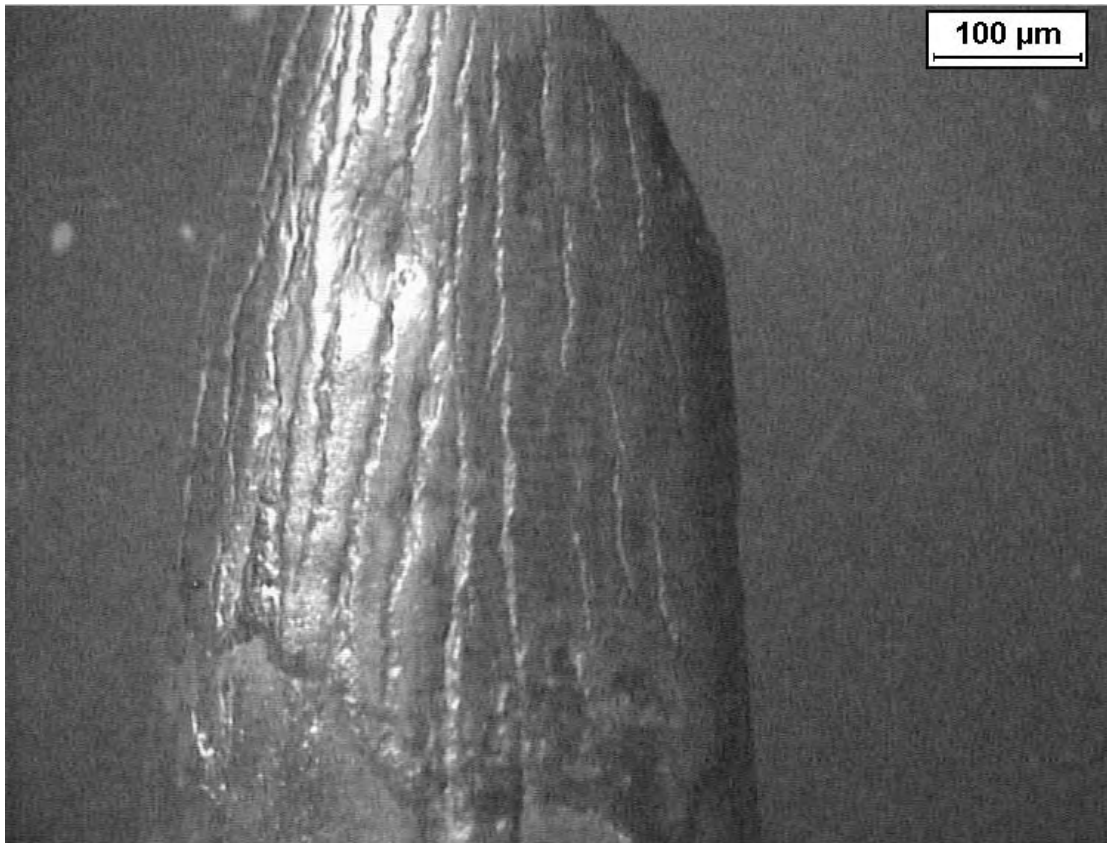


Figura 58. Caracterização da superfície do esmalte associado ao Morfótipo 13, representado pelo exemplar UFMA 1.20.206, com detalhe para o padrão de fraturamentos longitudinais ao longo da superfície preservada da coroa, em aumento de 63x. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.4.4 - Morfótipo 14

**EXEMPLAR:** UFMA 1.20.1744.

O exemplar em questão consiste em uma porção de coroa de morfologia triangular alongada, com a região apical de aspecto pontiagudo, porém com suave arredondamento.

A coroa não apresenta inclinação mésio-distal, mas uma suave inclinação lábio-lingual. Não há sinal da presença de carenas, contudo a coroa pode ser definida em duas faces razoavelmente distintas.

A FSTB apresenta aspecto elíptico alongado, refletindo uma acentuada compressão lábio-lingual. Ambas as faces são levemente convexas.

O esmalte encontra-se bem preservado, porém não exhibe padrões distinguíveis de ornamentação.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.1744 +	19,73	15,91	6,34	3,25

Tabela 22. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado.

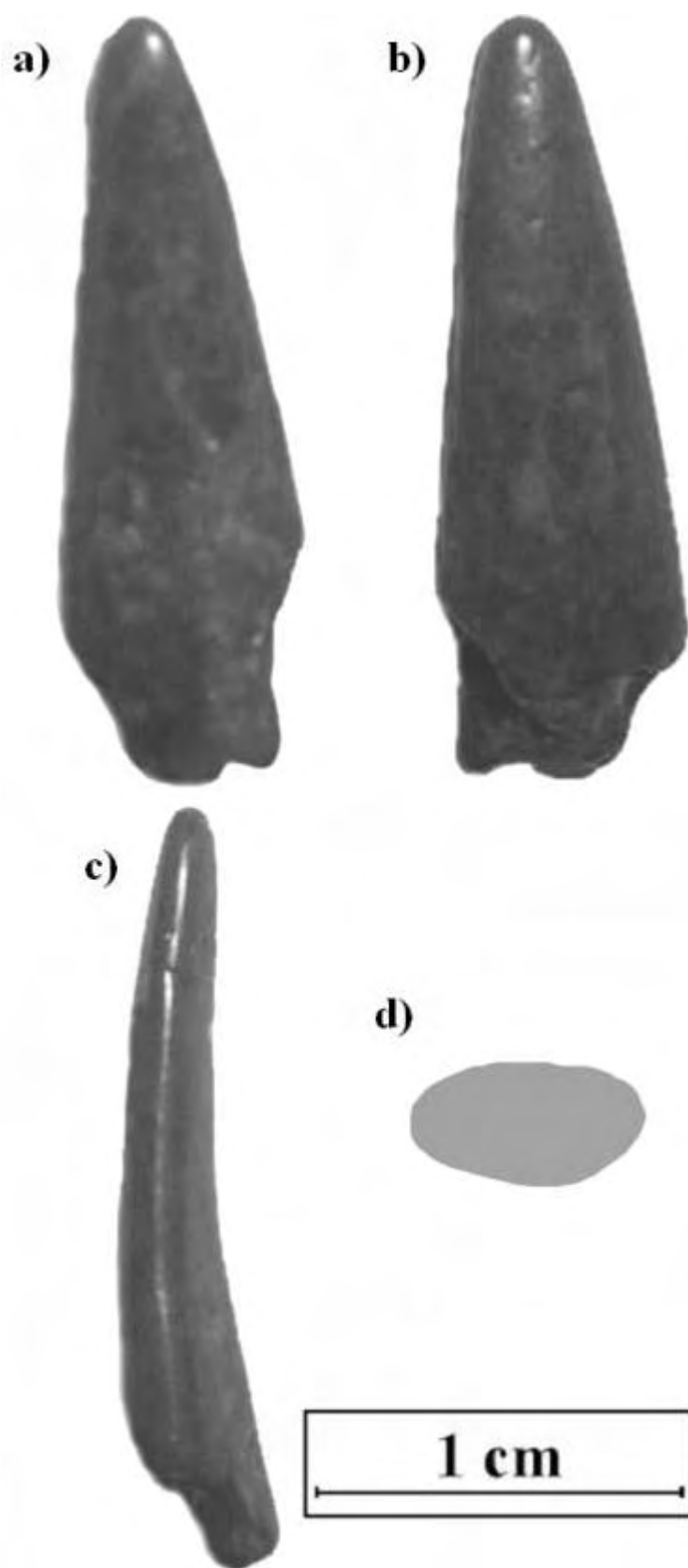


Figura 59. Exemplar associado ao Morfótipo 14 (UFMA 1.20.1744): (a) vista lingual; (b) vista labial; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.4.5 - Morfótipo 15

#### **EXEMPLAR:** UFMA 1.20.166

O exemplar em questão apresenta morfologia triangular alongada, com a região apical de aspecto pontiagudo.

A coroa não apresenta inclinação méso-distal, mas uma suave inclinação lábio-lingual. Não há sinal da presença de carenas, contudo a coroa pode ser definida em duas faces razoavelmente distintas.

A FSTB apresenta aspecto elíptico, refletindo uma moderada compressão lábio-lingual. Ambas as faces são levemente convexas.

O esmalte encontra-se bem preservado, porém não exhibe padrões distinguíveis de ornamentação.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.166 +	27,44	27,44	9,71	6,96

Tabela 23. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado. O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

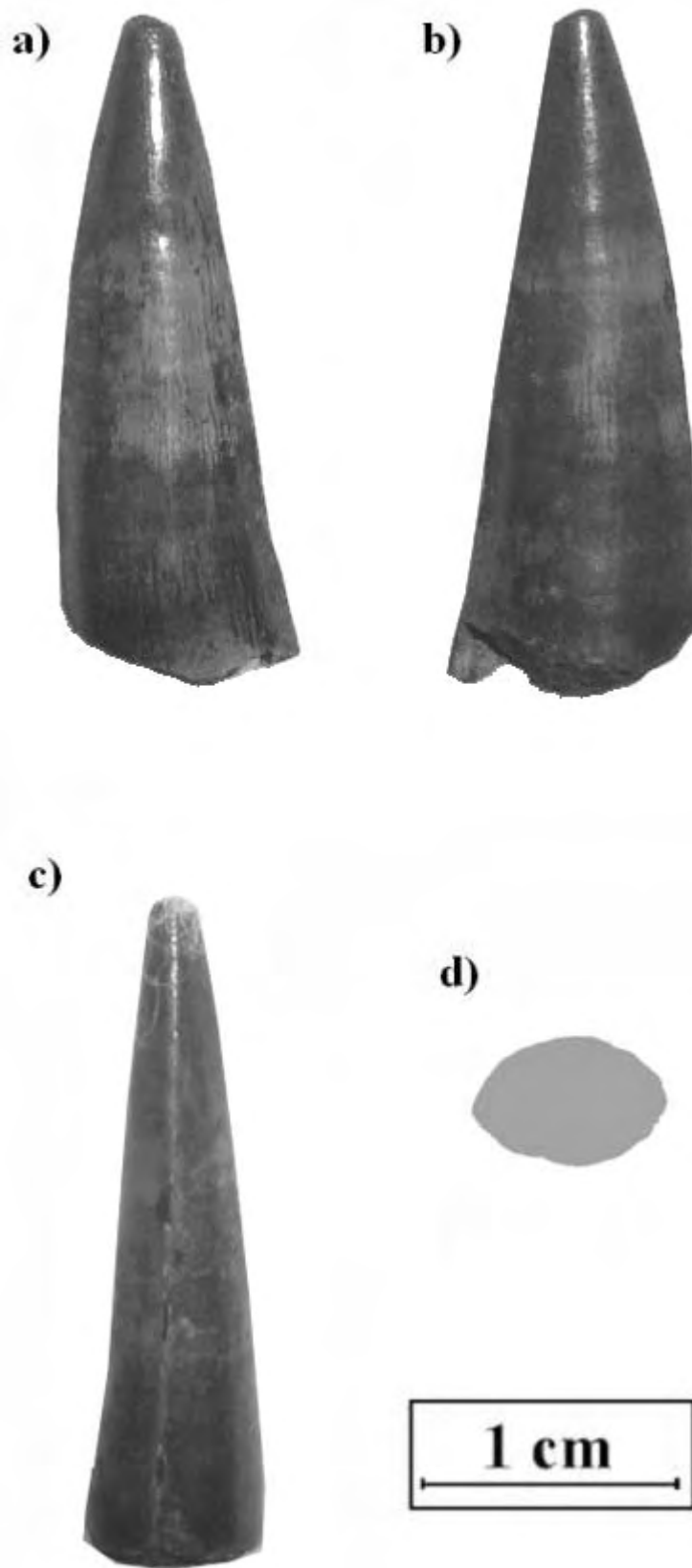


Figura 60. Exemplar associado ao Morfótipo 15 (UFMA 1.20.166): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.



### 3.1.4.6 - Morfótipo 16

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.121-1, UFMA 1.20.121-2, UFMA 1.20.121-3, UFMA 1.20.121-4, UFMA 1.20.121-5 e UFMA 1.20.121-6.

Dentes de aspecto alongado, nenhum dos exemplares, contudo, possui a porção apical preservada. A coroa apresenta uma suave inclinação mésio-distal. Tal como no sentido lábio-lingual. A FSTB apresenta em geral aspecto elíptico, sugerindo uma moderada compressão lábio-lingual.

É possível distinguir duas faces na coroa, uma ou ambas acentuadamente subfacetadas em toda sua extensão preservada. Separando cada umas da facetas encontram-se entre seis ou sete cristas bem destacadas, que seguem o plano longitudinal da coroa, dispendo-se paralelamente entre si. Alguns dos exemplares apresentam ainda fraturamentos dispostos não uniformemente ao longo de ambas as faces da coroa.

Nenhum dos espécimens apresenta preservada qualquer porção associável à raiz.

EXEMPLAR	AT (mm)	CT (mm)	CSTB (mm)	LSTB (mm)
UFMA 1.20.121-1 + *	19,37	19,37	9,15	6,21
UFMA 1.20.121-2 + *	11,31	11,31	5,33	3,74
UFMA 1.20.121-3 + *	19,75	19,75	9,26	5,15
UFMA 1.20.121-4 + *	15,89	15,89	5,87	4,32
UFMA 1.20.121-5 + *	18,90	18,90	7,90	5,90
UFMA 1.20.121-6 + *	12,60	12,60	8,05	4,79

Tabela 24. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado. O indicativo “\*” = coroa com ápice fragmentado, com comprimento real da coroa superior ao observado.

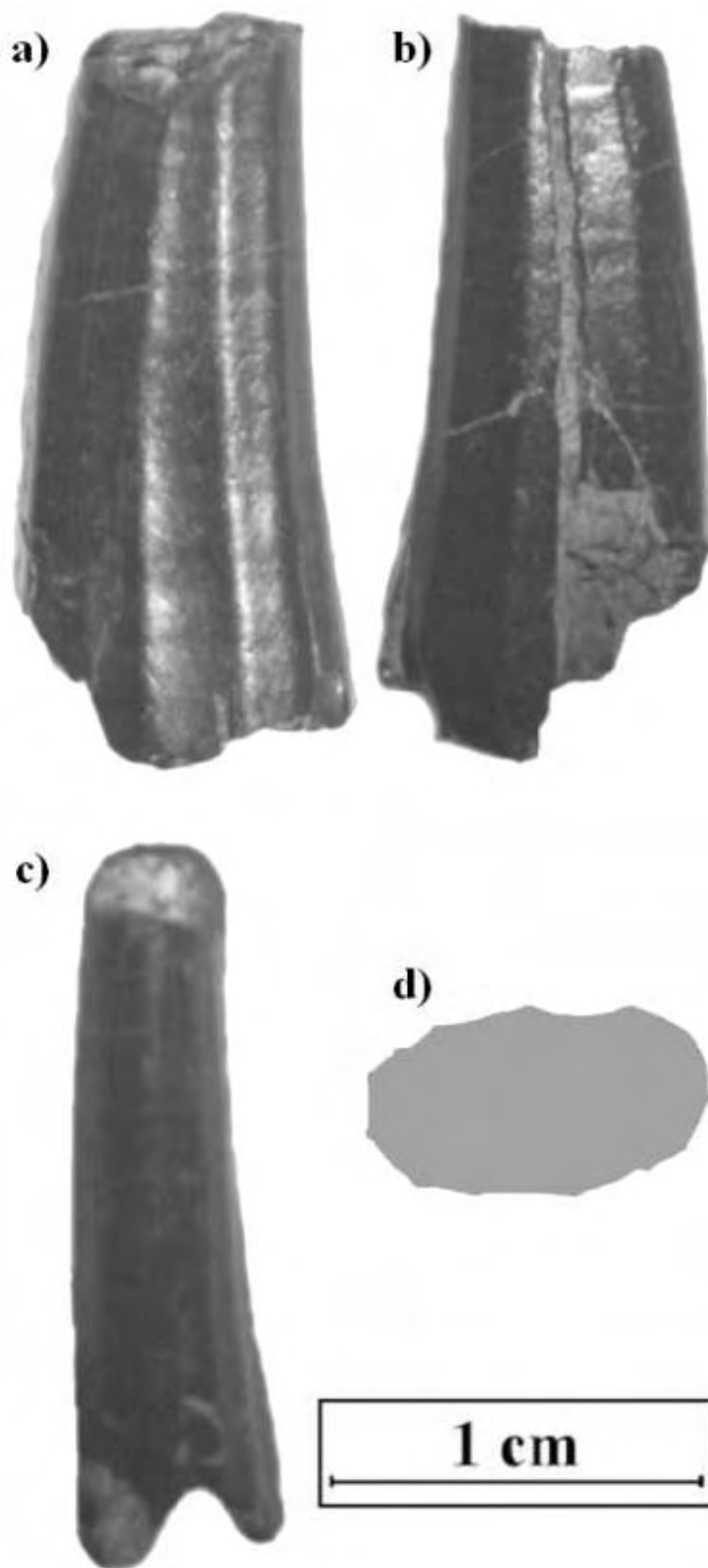


Figura 61. Exemplar associado ao Morfótipo 16 (UFMA 1.20.121-1): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB, notar detalhe do padrão subfacetado. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.5 - Classe Morfológica 5

Todos os elementos associáveis à Classe Morfológica 5 são caracterizados por um aspecto geral cilíndrico, significativamente alongado e bastante afilado.

Dotados de uma compressão lábio-lingual suave, podem ser providos de carenas ou apresentar compressões marginais mais acentuadas na porção apical, definindo duas faces distintas na coroa.

<b>NÚMERO DE CATÁLOGO</b>
<b>UFMA 1.20.204</b>
<b>UFMA 1.20.273</b>
<b>URC R.83-1</b>
<b>URC R.83-2</b>
<b>URC R.83-3</b>
<b>URC R.83-4</b>

Tabela 25. Exemplares analisados associados à Classe Morfológica 5.

### 3.1.5.1 - Morfótipo 17

**EXEMPLARES:** UFMA 1.20.204 e URC R.83-4.

Dentes de aspecto predominantemente cilíndrico alongado, sua porção apical dispõe de uma faceta de desgaste diagonal.

A coroa segue um plano longitudinal retilíneo, tanto no sentido méso-distal quanto lábio-lingual.

A FSTB apresenta em geral aspecto ovalado, sugerindo uma suave compressão lábio-lingual na porção basal. A porção apical apresenta características compressionais mais acentuadas, tanto no sentido méso-distal quanto, de forma mais contundente, no sentido lábio-lingual.

É possível distinguir duas faces na coroa, delimitadas por duas carenas não serrilhadas. A carena mesial estende-se do ápice à porção média da coroa; a distal ao longo de toda a borda, da região apical à base.

O esmalte encontra-se bem preservado. A porção apical apresenta um padrão suavemente subfacetado.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.204 +	35,85	35,85	9,21	6,09
URC R.83-4 +	23,87	23,87	6,98	5,01

Tabela 26. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado.

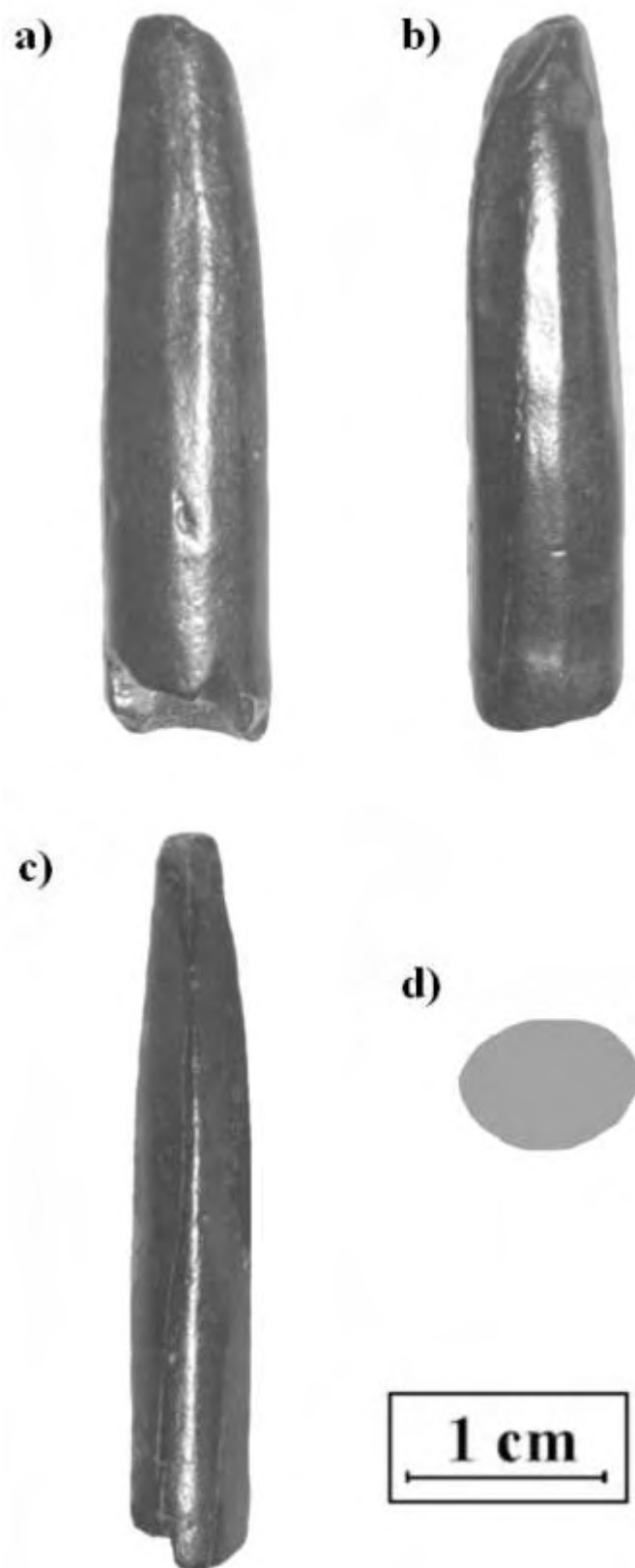


Figura 62. Exemplar associado ao Morfótipo 17 (UFMA 1.20.204): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.5.2 - Morfótipo 18

**EXEMPLAR:** UFMA 1.20.273.

Dente de aspecto suavemente cilíndrico, sua porção apical dispõe de uma clara faceta de desgaste diagonal.

A coroa segue um plano retilíneo no sentido méso-distal, mas apresenta uma suave inclinação lábio-lingual.

A FSTB apresenta aspecto subcircular, sugerindo uma sutil compressão lábio-lingual. Em direção ao ápice é notada uma compressão mais contundente e uma forte tendência ao afunilamento.

É possível distinguir duas faces na coroa, embora não existam carenas. A labial é bastante convexa, enquanto na face lingual tal característica é bem menos acentuada.

O esmalte encontra-se bem preservado, ainda que nenhuma porção da raiz esteja presente. Nenhum padrão visível de ornamentação foi observado.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
UFMA 1.20.273 +	28,21	28,21	8,77	7,32

Tabela 27. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado.

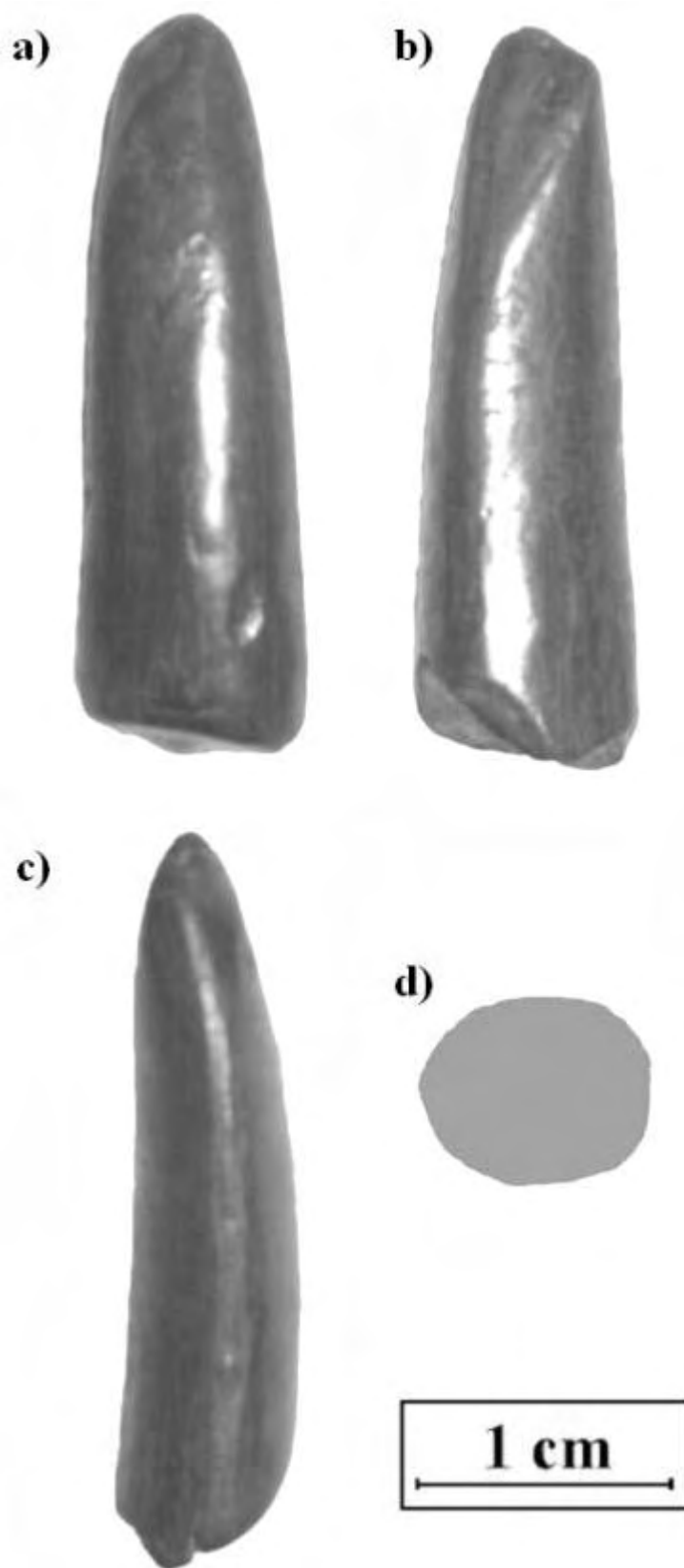


Figura 63. Exemplar associado ao Morfótipo 18 (UFMA 1.20.273): (a) vista labial; (b) vista lingual; (c) vista mesial; (d) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

### 3.1.5.3 - Morfótipo 19

**EXEMPLARES:** URC R.83-1, URC R.83-2 e URC R.83-3.

Dentes de aspecto fortemente cilíndrico, sua porção apical dispõe de uma faceta de desgaste praticamente perpendicular ao eixo da coroa.

A coroa segue um plano retilíneo, tanto no sentido méso-distal como no lábio-lingual.

A FSTB apresenta aspecto geral circular, reflexo da ausência de uma compressão lábio-lingual. Não é possível, deste modo, a distinção de faces na superfície da coroa.

O esmalte encontra-se bem preservado, permitindo a observação de ranhuras e fraturamentos sutis, que se estendem de forma não ordenada no plano longitudinal do dente, da base ao ápice.

<b>EXEMPLAR</b>	<b>AT (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>CSTB (mm)</b>	<b>LSTB (mm)</b>
URC R.83-1 +	21,59	21,59	8,51	7,59
URC R.83-2 +	20,79	15,58	7,10	5,80
URC R.83-3 +	21,97	17,67	7,49	6,38

Tabela 28. Dados morfométricos, em milímetros. O indicativo “+” = exemplar com raiz ausente ou fragmentada, com comprimento total real superior ao observado.





Figura 64. Exemplar associado ao Morfótipo 19 (URC R.83-1): (a) vista labial; (b) FSTB. Crédito: Felipe A. Elias.

## IV – DISCUSSÃO

### 4.1 - INFERÊNCIAS TAXONÔMICAS

O estudo sistemático de elementos dentários tetrapodianos isolados é largamente aplicada no âmbito da Paleontologia de Vertebrados, com grande destaque para a análise taxonômica em dentes de dinossauros Theropoda.

A partir da utilização da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), e dos parâmetros analíticos macromorfológicos e morfométricos introduzidos por CURRIE *et al.* (1990), vários trabalhos posteriores foram desenvolvidos, orientados por esta seqüência metodológica.

No entanto, como demonstrado em estudos mais recentes desenvolvidos por FRANCO (1999) e CANDEIRO (2002), certos aspectos da metodologia de CURRIE *et al.* (1990) merecem uma cautelosa reavaliação.

Constatarem estes autores que caracteres macromorfológicos e morfométricos podem sofrer significativa variação intraespecífica, influenciados pela posição do elemento dentário nos ossos maxilares, pelo estágio ontogenético do indivíduo, por eventuais patologias ou mesmo por desgastes e/ou deformidades decorrentes de processos tafonômicos pré ou pós-fossildiagenéticos.

Adicionalmente, FRANCO-ROSAS (2004) demonstrou que a análise microestrutural no esmalte dentário pode ser um importante parâmetro para a distinção segura entre dentes isolados teropodomorfianos, sauropodomorfianos e crocódilomorfianos zifodontes, frequentemente encontrados associados em alguns depósitos cretácicos brasileiros. A autora reconheceu, contudo, que tal análise não permite qualquer atribuição a um nível mais específico, inviabilizando assim sua utilização em identificações taxonômicas mais acuradas.

Não compete a esta investigação desenvolver uma discussão aprofundada sobre os pormenores das diferentes sínteses metodológicas até aqui aplicadas, tampouco propor novos parâmetros analíticos.

No entanto, diante do que foi largamente demonstrado em algumas destas contribuições, parece óbvio que o estudo de dentes isolados tetrapodianos carece de uma metodologia prática que permita identificações seguras a níveis taxonômicos bastante específicos, em particular para grupos tipicamente gondwânicos.

Embora a metodologia desenvolvida por CURRIE *et al.* (1990) tenha sido

adaptada no estágio descritivo desta contribuição, não apenas para dentes teropodomorfianos, como também para outros grupos tetrapodianos representados na amostra analisada, sua aplicação taxonômica foi considerada com extrema cautela. Neste sentido a comparação com exemplares depositados em coleções científicas, em busca de similaridades estruturais significativas, foi fundamentalmente importante.

Em respeito a estas considerações, as propostas taxonômicas resultantes dos dentes isolados provenientes do afloramento Laje do Coringa, devem ser interpretadas como inferências, não como identificações seguras.

Tais resultados necessitam de futura comprovação, possível somente à medida que eventuais elementos dentários associados, a ossos maxilares mais completos, sejam resgatados.

#### **4.1.1 - Agrupamento taxonômico 1 (DINOSAURIA Owen, 1842)**

##### **4.1.1.1 - Morfótipo 1**

#### **SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA**

SAURISCHIA Seeley, 1887a

THEROPODA Marsh, 1881

CARNOSAURIA Huene, 1920

ALLOSAUROIDEA Currie & Zhao, 1993a

CARCHARODONTOSAURIDAE Stromer, 1931

EDMUND (1969) caracterizou os dentes teropodomorfianos típicos como comprimidos lábio-lingualmente e normalmente dotados de carenas serrilhadas. Com base nestas concepções, a associação do Morfótipo 1 ao clado Theropoda é inevitável.

O tamanho avantajado dos espécimens, a menos acentuada compressão lateral, e o diminuto tamanho dos dentículos em relação ao comprimento total da coroa, sugerem claras afinidades com formas teropodomorfianas de grandes dimensões, de acordo com o que sugere FARLOW *et al.* (1991).

A FSTB, o aspecto geral da coroa, e principalmente o padrão morfológico dos dentículos encontrados nos espécimens UFMA 1.20.264-1, UFMA 1.20.264-2, UFMA

1.20.264-3, URC R.78-1, URC R.78-2, URC R.78-3 e URC R.78-4, são bastante similares aos descritos por SERENO *et al.* (1996), para dentes marginais exibidos por teropodomorfos do clado Carcharodontosauridae. A presença de enrugamentos transversais, ao longo da superfície da coroa dentária, típica deste grupo, corrobora a identificação.

URC R.78-2 apresenta uma suave variação no grau de compressão lateral e na FSTB, quando comparado aos outros exemplares, possivelmente decorrente de uma distinta posição do dente em relação aos ossos maxilares. O conjunto sugere que URC R.78-2 provavelmente ocuparia o papel de um dente pré-maxilar ou mandibular frontal.

VILAS-BÔAS *et al.* (1999), MEDEIROS (2001) e MEDEIROS & SCHULTZ (2001) descreveram dentes com a mesma morfologia para a Laje do Coringa. Os autores destas contribuições associaram tais materiais ao gênero *Carcharodontosaurus*, de ampla ocorrência em depósitos albo-cenomanianos do Norte da África (SERENO *et al.*, 1996).

Ainda que os exemplares associados ao Morfótipo 1 não apresentem distinções morfológicas significativas, daquelas descritas para os materiais africanos, nenhuma inferência a nível específico, ou mesmo genérico, é aqui proposta.

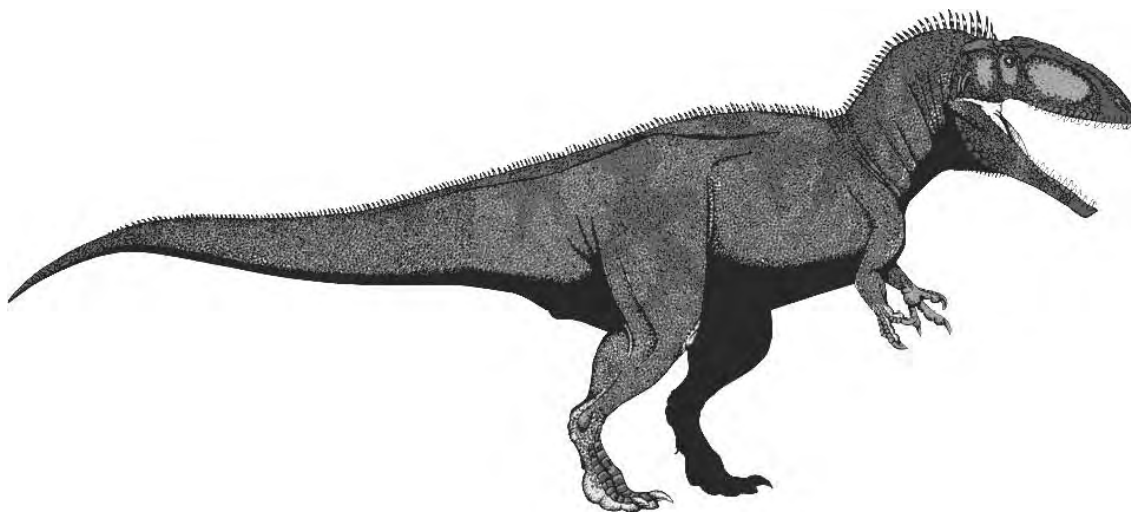


Figura 65. Concepção paleoartística da aparência aproximada de um teropodomorfo Carcharodontosauridae. Crédito: Felipe A. Elias.

#### 4.1.1.2 - Morfótipo 2

### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

SAURISCHIA Seeley, 1887a

THEROPODA Marsh, 1881

MANIRAPTORIFORMES Holtz Jr., 1996a

DROMAEOSAURIDAE Matthew & Brown, 1922

VELOCIRAPTORINAE Barbold, 1983

A acentuada compressão lábio-lingual, associada ao marcante padrão serrilhado de suas carenas, permite associar os elementos dentários pertencentes ao Morfótipo 2 ao clado Theropoda.

O volume diminuto dos espécimens, e o tamanho significativamente maior dos dentículos em relação ao comprimento total da coroa, são características associáveis, segundo FARLOW *et al.* (1991), a teropodomorfos de pequenas dimensões.

Segundo consta em BUSCALIONI *et al.* (1996), a morfologia “*chisel-like*” dos dentículos está presente de forma conspícua em praticamente todos os grupos teropodomorfianos. Entretanto o aspecto “*hooked-like*”, observado nos dentículos da carena distal dos espécimens do Morfótipo 2, representa uma particularidade que até o presente momento foi observada apenas em alguns representantes do clado Maniraptoriformes.

Caracteres adicionais, como o tamanho da coroa, o formato elíptico da FSTB, a diferença marcante do tamanho dos dentículos da carena distal em relação à mesial, direcionamento e espaçamento entre os mesmos, tal como particularidades de sua morfologia geral, são comparáveis àqueles descritos por CURRIE *et al.* (1990) para o clado Velociraptorinae (Maniraptoriformes: Dromaeosauridae).

VILAS BÔAS (1999) descreveu dentes de prováveis Velociraptorinae [UFRJ-DG 19 R(d), UFRJ-DG 21 R(d), UFRJ-DG 62 R(d), UFRJ-DG 76 R(d), UFRJ-DG 78 R(d), UFRJ-DG 79 R(d), UFRJ-DG 80 R(d), UFRJ-DG 81 R(d), UFRJ-DG 83 R(d)] para o afloramento Praia da Baronesa, Município de Alcântara, litoral do Estado do Maranhão. As imagens em Microscopia Eletrônica de Varredura, figuradas pela autora, foram analisadas, e os exemplares foram observados diretamente na coleção da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde se encontram depositados.

De todos, apenas UFRJ-DG 76 R(d) parece apresentar um conjunto geral de características que permitem uma associação razoavelmente segura aos espécimens UFMA 1.20.194-1 e UFMA 1.20.194-2, diferindo apenas nos valores DPMA e DPMP. Porém, como demonstrado por FRANCO (1999) e CANDEIRO (2002), tal parâmetro pode sofrer variação intraespecífica.

A presença de enrugamentos transversais muito suaves, na porção basal da coroa de UFMA 1.20.194-1 e UFMA 1.20.194-2, não é compartilhada por nenhum dos espécimens descritos por VILAS BÔAS (1999), mas parece ocorrer em UFRJ-DG 76 R(d). O padrão é bastante distinto daqueles encontrados nos teropodomorfos Carcharodontosauridae. Não foi encontrado, na literatura, qualquer registro sobre este tipo de estrutura em dentes de dromeossáurides Velociraptorinae, representando uma característica até então desconhecida.

FRANCO-ROSAS (2004) descreveu um conjunto de dentes teropodomorfianos [UFRJ-DG 202 R(d), UFRJ-DG 203 R(d), UFRJ-DG 259 R(d), UFRJ-DG 268 R(d), UFRJ-DG 282 R(d), UFRJ-DG 290 R(d), UFRJ-DG 296 R(d), UFRJ-DG 298 R(d)] provenientes do afloramento Laje do Coringa. As imagens em Microscopia Eletrônica de Varredura, figuradas pela autora, foram da mesma forma analisadas e os exemplares, igualmente observados na coleção da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde também estão depositados.

Segundo FRANCO-ROSAS (2004) UFRJ-DG 259 R(d) e UFRJ-DG 296 R(d) apresentam uma morfologia de dentículos muito particular, diferente daquelas descritas na literatura, assim como os valores de DPMA e DPMP. A autora enquadrou-os em um agrupamento próprio, que denominou T3. UFRJ-DG 203 R(d) foi tentativamente associado a Dromaeosauridae. O restante dos exemplares não foi associado a nenhum agrupamento taxonômico em particular. Análise e comparação, realizadas com estes espécimens, não permitiram qualquer associação direta com UFMA 1.20.194-1 e UFMA 1.20.194-2.

FRANCO-ROSAS (2004) também descreveu um conjunto de dentes teropodomorfianos depositados na coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ 1, MNRJ 2, MNRJ 3, MNRJ 4, MNRJ 5, MNRJ 6) e coletados em afloramentos próximos aos municípios de Itapecuru-Mirim e Mata, no interior do Estado do Maranhão.

As imagens em Microscopia Eletrônica de Varredura figuradas, e o conjunto dos caracteres macromorfológicos dos exemplares, foi analisado unicamente através da

literatura. FRANCO-ROSAS (2004) atribuiu tentativamente MNRJ 1, MNRJ 4 e MNRJ 6 a Dromaeosauridae, MNRJ 2 ao agrupamento T3 e MNRJ 5 ao agrupamento T4. MNRJ 3 foi associado a Velociraptorinae, contudo apresenta características particulares distintas, em especial quanto a FSTB e morfologia dos dentículos, àquelas encontradas em UFMA 1.20.194-1 e UFMA 1.20.194-2.

Merece destaque a flagrante similaridade destes exemplares com um dente fragmentado descrito por RAUHUT & WERNER (1995), coletado em rochas cenomanianas da Formação Wadi Milk, Norte do Sudão, África.

Ainda que UFMA 1.20.194-1 e UFMA 1.20.194-2 encontrem-se em melhor estado de preservação, o aspecto geral da coroa, seu grau de compressão lateral e padrões de inclinação, são muito próximos daqueles observados no material africano.

A morfologia, a distribuição e a orientação dos dentículos de ambas as carenas, também são similares, refletidas por valores muito próximos de DPMA e DPMP. Adicionalmente os espécimens maranhenses compartilham, com o exemplar sudanês, a proporção entre os dentículos das carenas mesial e distal, ambos mantendo um comprimento individual similar, mas uma variação significativa em sua altura.

Uma vez que o material descrito por RAUHUT & WERNER (1995) não compõe a porção basal da coroa, não foi possível aferir se o referido exemplar apresenta o mesmo padrão de enrugamentos transversais observados em UFMA 1.20.194-1 e UFMA 1.20.194-2.

O dente isolado da Formação Wadi Milk foi encontrado associado a alguns elementos falangeais. Segundo RAUHUT & WERNER (1995) não foram encontrados traços marcantes de transporte ou retrabalhamento, o que os levou a interpretar o conjunto como pertencente provavelmente a um mesmo indivíduo. Com base tanto nos caracteres dentários, quanto naqueles observados nos elementos apendiculares, RAUHUT & WERNER (1995) inferiram a presença do clado Velociraptorinae para o Cretáceo africano, considerando a possibilidade da existência de novos gênero e espécie endêmicos.

O conjunto de caracteres, observados nos espécimens do Morfótipo 2, implica em uma associação tentativa ao clado Velociraptorinae. Sua estreita similaridade com o exemplar africano, descrito por RAUHUT & WERNER (1995), reforça tal inferência; representa desta maneira, a primeira referência deste agrupamento na Laje do Coringa.

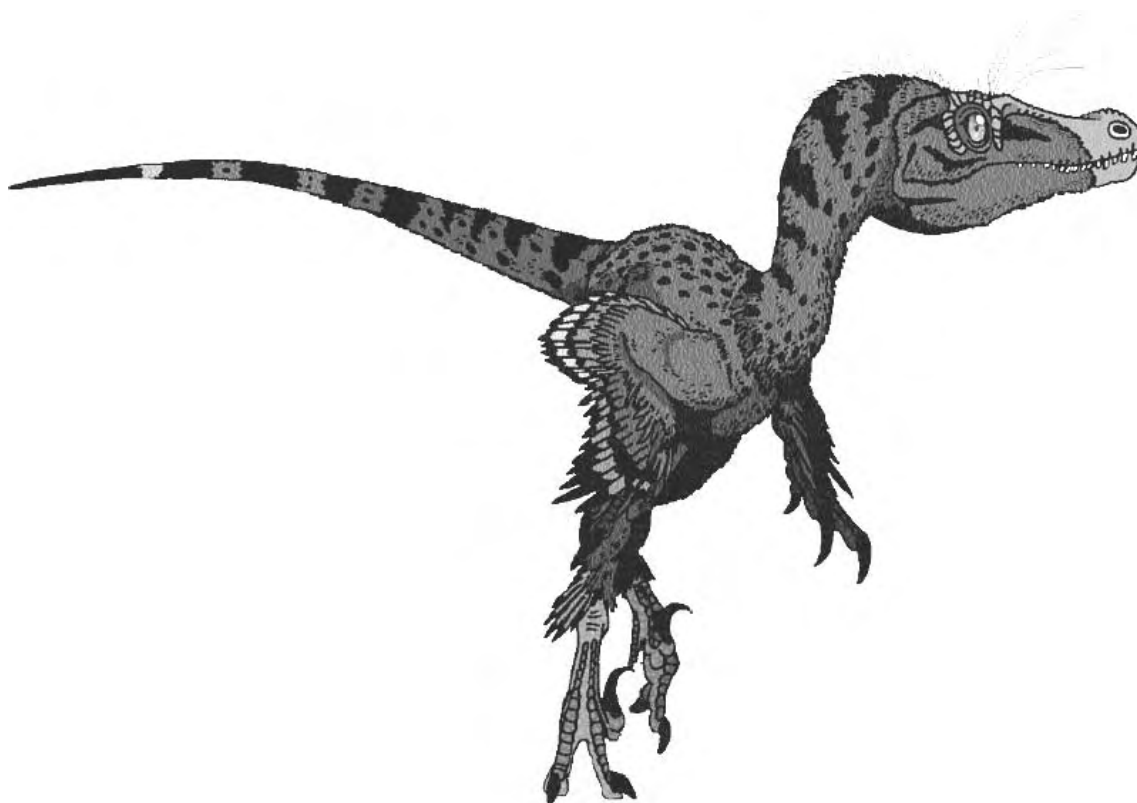


Figura 66. Concepção paleoartística da aparência aproximada de um teropodomorfo Velociraptorinae. Crédito: Felipe A. Elias.

#### 4.1.1.3 - Morfótipo 3

### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

SAURISCHIA Seeley, 1887a

THEROPODA Marsh, 1881

A composição geral, associada à acentuada compressão lábio-lingual da coroa, permitem associar o espécime aqui referido como Morfótipo 3, ao clado Theropoda. Infelizmente o material encontra-se bastante fragmentado.

A região apical está ausente, assim como toda a porção do bordo distal, o que impede qualquer observação de morfologia e padrão de serrilhamento.

Foram encontrados sinais da presença de dentículos na carena mesial. Entretanto tais estruturas encontram-se muito desgastadas, inviabilizando qualquer observação mais detalhada de sua morfologia.



O esmalte que recobre a coroa não apresenta ornamentações particulares, inviabilizando também comparações com os espécimens associados aos morfótipos 1 e 2.

O aspecto da FSTB é similar ao do exemplar MNRJ 6 descrito por FRANCO-ROSAS (2004), proveniente de um afloramento na região do Município de Itapecuru-Mirim. Contudo, como demonstrado por FRANCO (1999) e CANDEIRO (2002), este parâmetro não possui valor taxonômico significativo, quando analisado isoladamente.

O grau de fragmentação da coroa, e a ausência de caracteres mais diagnósticos, permitem apenas associar o espécimen UFMA 1.20.203 ao grupo dos teropodomorfos, podendo tanto corresponder a um indivíduo adulto de uma espécie de pequeno a médio porte, quanto a uma forma juvenil de uma espécie de grande porte.

#### 4.1.1.4 - Morfótipo 4

##### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

SAURISCHIA Seeley, 1887a

THEROPODA Marsh, 1881

SPINOSAUROIDEA Stromer, 1915

SPINOSAURIDAE Stromer, 1915

SPINOSAURINAE Stromer, 1915

Como constatou STROMER (1915), nem todas as formas teropodomorfianas apresentam dentes comprimidos lábio-lingualmente e são dotados de carenas serrilhadas. Teropodomorfos do clado Spinosauridae representam uma exceção.

Sob diversos aspectos, dentes de espinossáurides assemelham-se aos dentes crocódilomorfianos típicos, diferenciando-se destes, contudo, pelo aspecto mais pontiagudo e por serem geralmente bem mais alongados (STROMER, 1915; TAQUET, 1982; CHARIG & MILNER, 1986; MARTILL *et al.*, 1996; KELLNER & MADER, 1997; SERENO *et al.*, 1998; SUES *et al.*, 2002; SMITH *et al.* 2006).

A FSTB apresenta, em geral, aspecto subcircular ou oval, reflexo de uma variação suave na compressão lábio-lingual nos dentes ao longo dos ossos maxilares.

Exemplo desta variação pode ser constatado através da observação do espécimen MN 6675, réplica da porção rostral do espinossáuride *Suchomimus tenerensis*

(Formação Elrhaz, Aptiano do Grupo Tegama, Níger), depositado na coleção paleontológica do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Através da morfologia alveolar foi observado que este teropodomorfo, em particular, desenvolvia dentes de base ovalada na porção mais distal do pré-maxilar (do 1º ao 5º alvéolo), circular na porção próxima ao contato com o maxilar (6º e 7º alvéolos) e subcircular na porção maxilar.

Padrão alveolar semelhante foi observado em diversos exemplares de espinossáurides figurados na literatura: *Baryonyx walkeri* (CHARIG & MILNER, 1986); *Cristatusaurus lapparenti* (TAQUET & RUSSEL, 1998); *Spinosaurus maroccanus* (TAQUET & RUSSEL, 1998); *Spinosaurus aegyptiacus* (STROMER, 1915; SMITH *et al.*, 2006); *Spinosaurus cf. aegyptiacus* (DAL SASSO *et al.*, 2006). Na porção da mandíbula, como observado nos exemplares figurados de *B. walkeri* (CHARIG & MILNER, 1986) e *S. aegyptiacus* (STROMER, 1915; SMITH *et al.*, 2006), o padrão alveolar parece mais homogêneo, predominando a morfologia subcircular.

De acordo com SERENO *et al.* (1998), espinossáurides podem ser agrupados em Baryonychinae e Spinosaurinae. Nos Baryonychinae estão incluídos *Baryonyx* (Europa), *Suchomimus* e *Cristatusaurus* (ambos africanos). Nos Spinosaurinae, além de *Spinosaurus* (África), fazem parte *Irritator challengerii* e *Angaturama limai*, ambos da Formação Santana, Bacia do Araripe (MARTILL *et al.*, 1996; KELLNER & CAMPOS, 1996).

Quanto à dentição, Baryonychinae são caracterizados por apresentarem um número de dentes consideravelmente acima da média para a maioria dos teropodomorfos, aproximadamente 32 em cada osso maxilar. A coroa dentária tende a ser finamente subfacetada em pelo menos uma das faces e acentuadamente recurvada méso-distalmente. Ambas as carenas apresentam um padrão de fino serrilhamento (SERENO *et al.*, 1998).

Em contraposição Spinosaurinae são caracterizados por uma redução expressiva do número de dentes em relação a Baryonychinae, cerca de 16 em cada osso maxilar, sendo estes relativamente espaçados entre si. A coroa dentária é geralmente subfacetada em ambas as faces e tende a ser retilínea ou suavemente recurvada méso-distalmente, podendo ainda apresentar uma suave inclinação no sentido lingual. Ambas as carenas são completamente destituídas de dentículos (SERENO *et al.*, 1998).

O aspecto cônico alongado, e o padrão subfacetado encontrado na superfície da coroa dos exemplares agrupados no Morfótipo 4, permitem uma associação com o clado

Spinosauridae. Adicionalmente a orientação mésio-distal da coroa, predominantemente retilínea, e a total ausência de dentículos nas carenas, correlacionam os espécimens ao agrupamento Spinosaurinae. O tamanho significativo dos exemplares sugere animais de grandes proporções, como é típico deste grupo (SERENO *et al.*, 1998).

É marcante, contudo, o desenvolvimento das carenas mesial e distal no Morfótipo 4. Tanto dentes isolados, quanto materiais associados a ossos pré-maxilares de Spinosaurinae, foram descritos como detentores de carenas muito sutis (STROMER, 1915; TAQUET, 1982; MARTILL *et al.*, 1996; KELLNER & MADER, 1997; SUES *et al.*, 2002; BUFFETAUT & QUAJA, 2002; SMITH *et al.*, 2006), o que não ocorre nos espécimens aqui analisados.

A presença de subfacetadas apenas na porção basal da face lingual da coroa é também uma característica incomum em dentes de Spinosaurinae, porém observada no Morfótipo 4. O material descrito e figurado por STROMER (1915) sugere que os dentes de *Spinosaurus aegyptiacus* apresentam ambas as faces da coroa fortemente subfacetadas. Padrão muito similar foi observado também por KELLNER & MADER (1997) em dentes isolados de Spinosaurinae provenientes do Marrocos e por SUES *et al.* (2002) para o conjunto de dentes maxilares de *Irritator challengeri*. Para esta última espécie em particular, os autores observaram ainda a presença de finos enrugamentos transversais ao longo da face labial, em pelo menos alguns dos elementos dentários. Tal característica foi também observada em alguns dos espécimens isolados do Morfótipo 4.

O registro de Spinosaurinae é altamente incompleto. Os exemplares melhor preservados (STROMER, 1915; MARTILL *et al.*, 1996; KELLNER & CAMPOS, 1996; TAQUET & RUSSEL, 1998; DAL SASSO *et al.*, 2006) constituem parcelas do crânio, cujos ossos maxilares comportam apenas alvéolos não preenchidos ou, na melhor das hipóteses, poucos dentes fragmentados.

Ainda que a análise dos alvéolos permita inferências quanto à distribuição e posicionamento por tamanho dos elementos dentários, sua variação morfológica ao longo das peças pré-maxilares, maxilares e mandibulares, permanece desconhecida em Spinosaurinae.

Desta forma, os caracteres peculiares observados no Morfótipo 4 podem tanto ser interpretados como indicativos de um táxon ainda desconhecido de Spinosaurinae, como representar apenas variações intraespecíficas de taxa conhecidos.

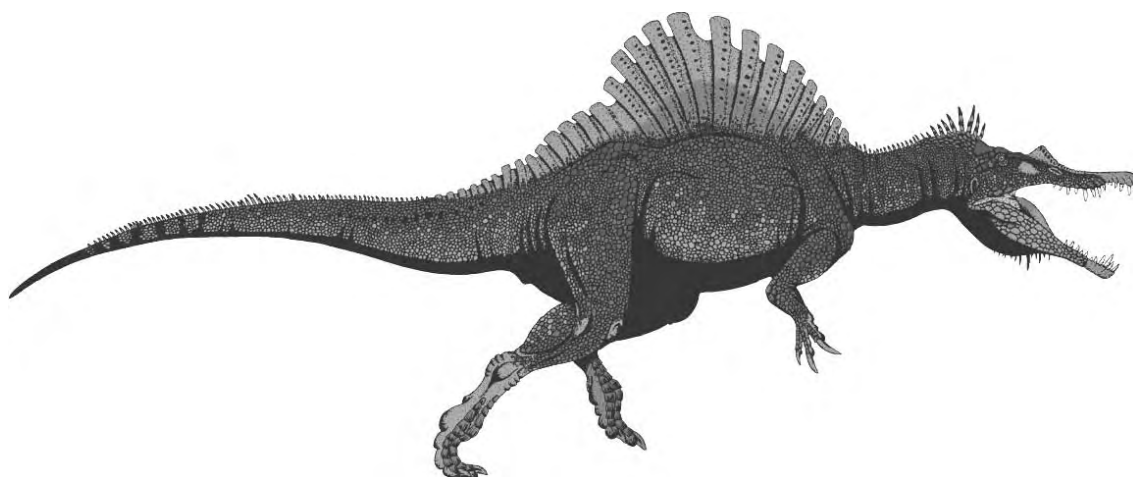


Figura 67. Concepção paleoartística da aparência aproximada de um teropodomorfo Spinosaurinae. Crédito: Felipe A. Elias.

#### 4.1.1.5 - Morfótipo 5

##### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

SAURISCHIA Seeley, 1887a

THEROPODA Marsh, 1881

SPINOSAUROIDEA Stromer, 1915

SPINOSAURIDAE Stromer, 1915

SPINOSAURINAE Stromer, 1915

Dentes associados ao Morfótipo 5 apresentam a mesma combinação de características observadas no Morfótipo 4, sendo interpretados nesta investigação como pertencentes ao mesmo agrupamento taxonômico, que reúne grandes teropodomorfos.

Diferem, contudo, por apresentarem carenas muito mais sutis, quando comparadas àquelas presentes nos elementos dentários do Morfótipo 4, e por desenvolverem padrão marcadamente subfacetado em ambas as faces da coroa. Esta configuração é mais comum entre dentes de Spinosaurinae (STROMER, 1915; TAQUET, 1982; MARTILL *et al.*, 1996; KELLNER & MADER, 1997; SUES *et al.*, 2002; BUFFETAUT & QUAJA, 2002; SMITH *et al.*, 2006).

MEDEIROS & VILAS BÔAS (1999) descreveram previamente dentes de morfologia diretamente associável ao Morfótipo 5 para a Laje do Coringa. A

combinação de características, aliada à associação paleofaunística similar àquela encontrada nos depósitos isócronos norte-africanos, foi interpretada pelos autores como indicativos da presença do gênero *Spinosaurus* nos depósitos albo-cenomanianos da Formação Alcântara. Dentes similares foram posteriormente descritos por MEDEIROS (2001) e MEDEIROS & SCHULTZ (2001).

Da mesma forma que os dentes de Carcharodontosauridae da Laje do Coringa, em relação a seus equivalentes africanos, os espécimens pertencentes ao Morfótipo 5, apresentam um evidente conjunto de características observado também no padrão dentário, descrito na literatura para *Spinosaurus*. Entretanto tal como defendido para o Morfótipo 1, no contexto desta investigação nenhuma inferência a nível específico ou genérico será aventada. Em termos taxonômicos o Morfótipo 5 é apresentado aqui mantido apenas ao nível de Spinosaurinae.

#### 4.1.1.6 - Morfótipo 6

##### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

SAURISCHIA Seeley, 1887a

THEROPODA Marsh, 1881

SPINOSAUROIDEA Stromer, 1915

SPINOSAURIDAE Stromer, 1915

SPINOSAURINAE Stromer, 1915

VILAS BÔAS & CARVALHO (1997) descreveram um conjunto de três elementos dentários isolados, coletados no afloramento Laje do Coringa, caracterizados pelo aspecto cônico alongado, com uma moderada e característica compressão lábio-lingual, carenas não serrilhadas e um típico conjunto de ranhuras sinuosas na superfície do esmalte. Segundo tais padrões os autores diagnosticaram os exemplares como pertencentes ao clado Plesiosauria.

O Morfótipo 6 compartilha dos mesmos caracteres, permitindo uma associação segura destes espécimens àqueles descritos por VILAS BÔAS & CARVALHO (1997), ainda que a interpretação taxonômica assumida aqui seja distinta da proposta pelos referidos autores.

Segundo ROMER (1956) plesiossauros apresentam padrão de implantação dentária do tipo tecodonte, dente de aspecto cônico alongado, ápice geralmente pontiagudo, eixo recurvado (mésio-distalmente ou lábio-lingualmente), esmalte ornamentado com marcantes cristas paralelas, FSTB em geral circular e raiz normalmente mais larga que a porção basal da coroa.

Contudo tal caracterização é expressa em um patamar mais generalizado. MASSARE (1987) demonstrou que diferentes grupos de Plesiosauria podem apresentar ligeiras variações do padrão básico.

Dentes de Plesiosauroidea jurássicos, por exemplo, apresentam um aspecto cônico acentuadamente alongado e afilado, ápice pontiagudo, coroa ligeiramente curvada mésio-distalmente ou lábio-lingualmente, padrão denso de cristas na superfície do esmalte e FSTB geralmente circular (MASSARE, 1987; BROWN & CRUICKSHANK, 1994; STORRS & TAYLOR, 1996).

Plesiosauroidea cretácicos e alguns Pliosauroida jurássicos apresentam dentes igualmente recurvados, porém ligeiramente mais robustos, com cristas longitudinais do esmalte distribuídas de forma moderada ou densa e ápice levemente arredondado (MASSARE, 1987; GASPARINI, 1997; KEAR, 2006).

Grandes Pliosauroida jurássicos apresentam dentes muito robustos com ápice arredondado, FSTB em geral circular e com esmalte com cristas distribuídas de forma densa (CARPENTER, 1996; EVERHART, 2006). Algumas formas desenvolveram dentição especializada, com FSTB de aspecto triangular, face labial plana e carenas serrilhadas (MASSARE, 1987).

Os exemplares associados ao Morfótipo 6, tal como aqueles descritos por VILAS BÔAS & CARVALHO (1997), não apresentam diversas características consideradas diagnósticas dos dentes de Plesiosauria.

A FSTB é ovalada, marcada por uma compressão moderada. Difere, portanto, do aspecto circular dos Plesiosauria típicos. A raiz encontrada em alguns dos espécimes também não apresenta o padrão bulboso ou expandido, caracterizado para muitos exemplares deste agrupamento taxonômico.

A presença de carenas, ainda que não serrilhadas, também coloca em dúvida a diagnose dos referidos materiais como pertencentes a Plesiosauria. Tais estruturas não ocorrem de forma conspícua no grupo, à exceção daquelas presentes em alguns grandes Pliosauroida jurássicos, como consta em MASSARE (1987) e de um Plesiosauroidea europeu, também jurássico, descrito por STORRS & TAYLOR (1996).

O padrão de distribuição de cristas longitudinais, típico do esmalte dos plesiossauros, também não é observado em nenhum dos dentes associáveis ao Morfótipo 6. As únicas estruturas encontradas são ranhuras e fraturas longitudinais, sinuosas e distribuídas de formas irregular ao longo de ambas as faces da coroa.

Seu papel, no âmbito de uma diagnose taxonômica, é altamente discutível, uma vez que padrão similar pode ser observado em boa parte dos dentes coletados na Laje do Coringa e analisados nesta investigação.

Considerando que a assembléia daquele afloramento é composta por bioclastos retrabalhados (MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001; HOLZ, 2003), provavelmente parte destas estruturas possa representar artefatos adquiridos no transcorrer dos eventos de transporte, retrabalhamento e posterior exposição do material no afloramento.

Uma origem biológica também não pode ser descartada. Observam-se no esmalte dentário, de alguns grandes carnívoros modernos, padrões de ranhuras resultantes da ação de apreensão e processamento de tecidos orgânicos, durante atividades predatórias e/ou necrofágicas. De forma similar, dentes de diversos amniotas fósseis, incluindo plesiossauros, ictiossauros, mosassáurides, crocodilomorfos e dinossauros teropodomorfos, são frequentemente descritos apresentando estruturas similares, interpretadas como vestígios de atividade alimentar (FARLOW *et al.*, 1991; MASSARE, 1987).

Em termos gerais, o conjunto de características reunidas no Morfótipo 6 é bastante similar àquele observado nos morfótipos 4 e 5, diferindo apenas na ausência de um padrão subfacetado, que caracteriza a maior parte dos dentes de espinossáurides descritos na literatura.

De forma adicional, o aspecto ovalado da FSTB é similar ao formato dos alvéolos observados na porção distal do pré-maxilar de dinossauros Spinosaurinae. O tamanho diminuto de boa parte dos exemplares aqui analisados, à exceção de UFMA 1.20.270, poderia ser justificado pela típica redução do primeiro par de alvéolos pré-maxilares, diagnóstico de Spinosaurinae, porém não compartilhado por Baryonychinae (SERENO *et al.*, 1998), embora possa também ser reflexo de variação entre indivíduos de estágios ontogenéticos distintos.

Na ausência de registro conhecido de dentes pré-maxilares bem preservados, para terópodos Spinosaurinae, é impossível aferir se estes apresentavam ou não o padrão subfacetado típico dos dentes marginais.

Com base nestas argumentações conclui-se aqui que dentes pertencentes ao Morfótipo 6, previamente descritos por VILAS BÔAS & CARVALHO (1997), apresentam poucas características que permitam uma associação segura ao clado Plesiosauria. Porém apresentam um conjunto morfológico que os aproxima mais do perfil dentário encontrado em dinossauros Spinosaurinae.

#### 4.1.1.7 - Morfótipo 17

### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

SAURISCHIA Seeley, 1887a

SAUROPODOMORPHA Huene, 1932

NEOSAUROPODA Bonaparte, 1986

TITANOSAURIFORMES Salgado *et al.*, 1997

TITANOSAURIA Bonaparte & Coria, 1993

Dentes de coroa bastante alongada e não pontiaguda são tipicamente encontrados em dinossauros herbívoros do clado Sauropodomorpha (CARROLL, 1987; BENTON, 1997; SANTUCCI, 2002). Exceto por aqueles observados em formas mais basais, como Vulcanodontidae, dentes sauropodomorfianos não dispõem de bordos serrilhados, sendo agrupados tradicionalmente em duas categorias morfológicas: *spoon/spatulate-shaped* e *pencil-shaped* (MCINTOSH, 1990a).

Entretanto de acordo com CALVO (1994) tal distinção é exageradamente simplificada. Em suas argumentações o autor enumerou pelo menos quatro categorias morfológicas distintas: “*spoon-like*”, encontrado em *Camarasaurus*, *Aragosaurus*, *Omeisaurus* e *Euhelopus*; “*peg-like*”, encontrado em *Diplodocus*, *Apatosaurus*, *Dicraeosaurus* e *Amargasaurus*; “*spatulate-like*”, encontrado em *Brachiosaurus*, *Astrodon*, *Bothriospondylus*, *Asiatosaurus*, *Shunosaurus* e *Datousaurus*; “*chisel-like*”, encontrado em *Antarctosaurus*, *Titanosaurus*, *Alamosaurus*, *Mongolosaurus*, *Nemegtosaurus*, *Quaesitosaurus* e *Saltasaurus*.

Os exemplares UFMA 1.20.204 e URC R.83-4 são caracterizados por apresentarem uma coroa acentuadamente longa e afilada, com uma FSTB ovalada. De acordo com a metodologia de distinção tradicional da literatura (MCINTOSH, 1990a), tais características poderiam ser enquadradas no agrupamento *pencil-shaped*,



apresentado tanto por sauropodomorfos Diplodocoidea quanto Titanosauria. Contudo o plano de eixo quase retilíneo da coroa, a compressão apical e o padrão suavemente subfacetado observados nestes exemplares, ocorrem apenas em titanossauros (CALVO, 1994).

A presença de uma faceta de desgaste fortemente diagonal é conhecida em dentes de *Karongasaurus gittelmani* e *Malawisaurus dixeyi* do Eo-Cretáceo de Malawi (JACOBS *et al.*, 1996; GOMANI, 2006); *Rapetosaurus krausei* do Neo-Cretáceo de Madagascar (ROGERS & FORSTER, 2004); *Nemegtosaurus mongoliensis* e *Quaesitosaurus orientalis* do Neo-Cretáceo da Mongólia (NOWINSKI, 1979; KURZANOV & BANIKOV, 1983); *Antarctosaurus wichmannianus* do Neo-Cretáceo da Argentina (HUENE, 1929). Os espécimens do Morfótipo 17 apresentam um padrão muito similar ao descrito para estes taxa.

Segundo CALVO (1994), faces de desgaste fortemente diagonais são tipicamente encontradas em dentes de titanossauros, estando diretamente correlacionadas com o plano oclusal dos dentes pré-maxilares e maxilares, que contatavam os mandibulares de modo que a face lingual dos primeiros atritava-se com a labial dos últimos.

Ainda que o Morfótipo 17 seja caracterizado por apresentar uma morfologia genérica compartilhada por Diplodocoidea e Titanosauria, a combinação da presença de uma compressão apical, o padrão suavemente subfacetado do esmalte, e a característica faceta de desgaste diagonal, permitem uma atribuição a este último.

A presença de compressões nos bordos mesial e distal, formando carenas, foi previamente registrada por NOWINSKI (1979) para *Nemegtosaurus mongoliensis* e por KELLNER & MADER (1997) para um dente de sauropodomorfo isolado, proveniente dos depósitos albo-cenomanianos da província de Souk, no Marrocos. O aspecto geral do elemento isolado é flagrantemente similar ao do Morfótipo 17 analisado nesta investigação.

Dentes de sauropodomorfos africanos não aparecem descritos com frequência na literatura. Talvez o registro mais importante tenha sido feito por LAPPARENT (1960), cuja amostra incluía alguns dentes isolados de aspecto *spoon-like*, atribuídos a "*Rebbachisaurus*" *tamesnensis*. Diferem, portanto, do Morfótipo 17.

Titanosauria é um grupo representativo da Formação Alcântara, com registro na Laje do Coringa a partir principalmente de centros vertebrais (MEDEIROS 2001, 2002; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001).

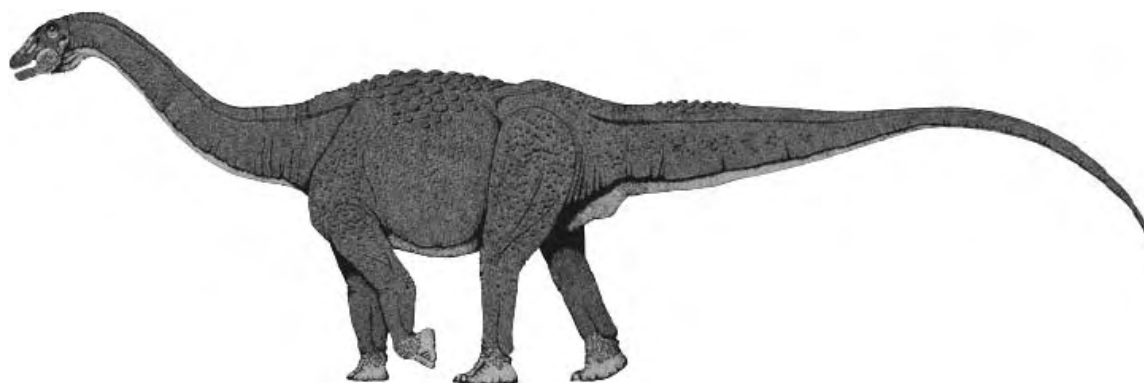


Figura 68. Concepção paleoartística da aparência aproximada de um sauropodomorfo Titanosauria. Crédito: Felipe A. Elias.

#### 4.1.1.8 - Morfótipo 18

##### **SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA**

SAURISCHIA Seeley, 1887a

SAUROPODOMORPHA Huene, 1932

NEOSAUROPODA Bonaparte, 1986

TITANOSAURIFORMES Salgado *et al.*, 1997

TITANOSAURIA Bonaparte & Coria, 1993

O espécimen UFMA 1.20.273 compartilha muitas das características peculiares observadas no Morfótipo 17, também associadas ao clado Sauropodomorpha.

A coroa longa e afilada, uma FSTB elíptica, e a presença de uma faceta de desgaste fortemente diagonal, o enquadram como um Titanosauria.

Difere do Morfótipo 17, contudo, por apresentar-se suavemente inclinado lábio-lingualmente e por uma singular morfologia apical, onde apenas a face lingual apresenta compressão.

O padrão de ornamentação suavemente subfacetado, observado no esmalte dos espécimens associados ao Morfótipo 17, não ocorrem no Morfótipo 18.

Na ausência de mais exemplares, incluindo materiais associáveis a ramos maxilares, torna-se impossível uma avaliação mais acurada sobre as diferenças

observadas entre os morfótipos 17 e 18 e seu valor taxonômico. Variação intraespecífica não pode ser desconsiderada.

#### 4.1.1.9 - Morfótipo 19

##### **SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA**

SAURISCHIA Seeley, 1887a

SAUROPODOMORPHA Huene, 1932

NEOSAUROPODA Bonaparte, 1986

DIPLODOCOIDEA Marsh, 1884

O Morfótipo 19, tal como os morfótipos 17 e 18, compartilha muitas das características peculiares ao clado Sauropodomorpha, incluindo a coroa longa e afilada e uma FSTB circular. A superfície do esmalte apresenta uma série de ranhuras e fraturamentos, possivelmente produto de processamento de matéria vegetal durante o mecanismo alimentar (CALVO, 1994; BARRET & UPCHURCH, 1994) ou eventos de pré ou pós-fossildiagnéticos.

A principal característica que os distingue dos demais dentes sauropodomorfianos investigados é o plano de inclinação da faceta de desgaste. Ao invés de fortemente diagonal, como observado nos morfótipos 17 e 18, é praticamente perpendicular ao eixo principal da coroa dentária. Tal particularidade é apresentada apenas por sauropodomorfos Diplodocoidea (CALVO, 1994; BARRET & UPCHURCH, 1994; GOMANI, 2006). Segundo CALVO (1994) e BARRET & UPCHURCH (1994) o plano oclusal em Diplodocoidea caracterizava-se pelo contato do ápice dos dentes pré-maxilares e maxilares diretamente com aquele dos mandibulares, produzindo faces de desgaste com pouca inclinação.

Diplodocoidea é um grupo representativo da Formação Alcântara, com registro na Laje do Coringa a partir principalmente de centros vertebrais e fragmentos de espinhos neurais (MEDEIROS 2001, 2002; MEDEIROS & SCHULTZ, 2003, 2004).

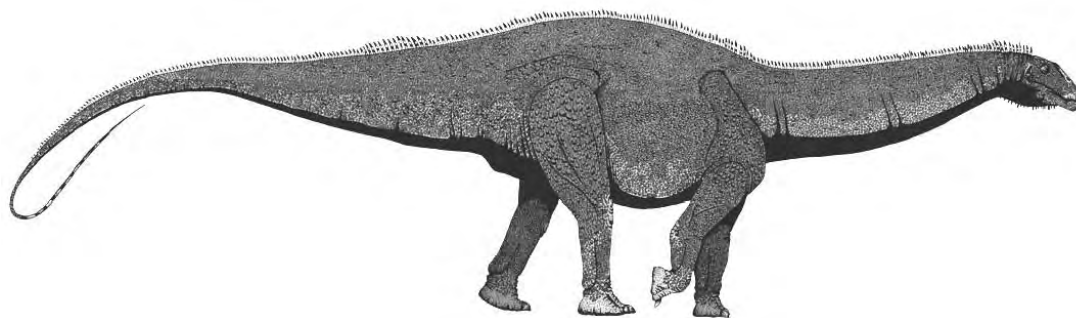


Figura 69. Concepção paleoartística da aparência aproximada de um sauropodomorfo Diplodocoidea. Crédito: Felipe A. Elias.

#### 4.1.2 - Agrupamento taxonômico 2 (PTEROSAURIA Kaup, 1834)

##### 4.1.2.1 - Morfótipo 11

#### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

PTERODACTYLOIDEA Plieninger, 1901

ORNITHOCHEIROIDEA Seeley, 1891

PTERANODONTOIDEA Kellner, 1996

ANHANGUERIDAE Campos & Kellner, 1985

Dentes de aspecto acentuadamente longo, afilado e de ápice pontiagudo, ocorrem em diversos grupos de amniotas mesozóicos, incluindo Plesiosauroidea jurássicos, crocodilomorfos Thalattosuchia e certos pterossauros (MASSARE, 1987).

A ausência de um padrão típico de cristas longitudinais paralelas, e a compressão lateral, observados nos espécimens do Morfótipo 11, não sustenta uma associação ao clado Plesiosauroidea. Esta interpretação é corroborada pela ausência de plesiosauróides com dentes muito longos e afilados em depósitos cretácicos. Todas as formas descritas dentro deste intervalo estratigráfico apresentam uma dentição sensivelmente distinta.

Crocodilomorfos talatossúquios (Metriorhynchidae e Teleosauridae), cujo registro estende-se de Calloviano a Neocomiano (WILLINSTON, 2000), apresentam morfologia dentária que se distingue da observada no Morfótipo 11 pela presença de carenas e de uma ornamentação caracterizada por cristas longitudinais, não observadas em nenhum dos espécimens aqui analisados.

A combinação de caracteres observada no Morfótipo 11 é, dentro desta interpretação, mais consistente com aquela encontrada em alguns pterossauros cretácicos pertencentes ao clado Ornithocheiroidea, sendo que sua morfologia geral é intimamente próxima à observada nos dentes de formas associadas ao clado Anhangueridae, do Membro Romualdo da Formação Santana.

Tal similaridade pode ser constatada através da comparação direta com alguns exemplares depositados na coleção paleontológica do Museu Nacional: MN 4805-V (*Anhanguera blittersdorffi*), MN 4735-V (*Anhanguera araripensis* sensu KELLNER & TOMIDA, 2000; *Coloborhynchus araripensis* sensu WELLNHOFER, 1985) e MN 5023-V (*Anhanguera piscator* sensu KELLNER & TOMIDA, 2000; *Coloborhynchus piscator* sensu VELDMEIJER, 2006). Também foi considerado o espécimen descrito por FASTNACHT (2001) como *Coloborhynchus robustus* (*Tropeognathus robustus* sensu WELLNHOFER, 1987; *Anhanguera robustus* sensu KELLNER & TOMIDA, 2000) e o holótipo de *Coloborhynchus spielbergi* figurado em VELDMEIJER (2006).

Como constatado através dos exemplares analisados, Anhangueridae dispõe de uma distinta variação em morfologia e tamanho dos elementos dentários. Os dentes pré-maxilares são acentuadamente maiores, com marcante inclinação mésio-distal, moderada a suave inclinação lábio-lingual, ápice pontiagudo, suave ou ausente compressão lábio-lingual e FSTB variando de circular a oval. Todas estas características são compartilhadas com o Morfótipo 11, em especial URC R.77-1, URC R.77-2, URC R.77-3 e URC R.77-4.

MN 4736-V (*Tropeognathus mesembrinus* sensu WELLNHOFER, 1987; *Criorhynchus mesembrinus* sensu FASTNACHT, 2001) difere de Anhangueridae pela relativa homogeneidade no tamanho dos dentes, constatada através da morfologia de seus alvéolos e tratada como diagnóstica de Criorhynchidae (KELLNER & TOMIDA, 2000). Em um dos poucos elementos dentários preservados nota-se uma relativa similaridade morfológica àquela encontrada em MN 5023-V, diferindo no aspecto aplainado da face lingual, em contraste com a convexidade da face labial. Nos dentes encontrados em MN 5023-V ambas as faces são côncavas.

O tamanho de URC R.77-1 é similar ao encontrado em alguns dentes pré-maxilares de MN 5023-V, sugerindo um indivíduo de porte equivalente. Difere apenas no padrão de ornamentação do esmalte dentário. Enquanto em *Anhanguera* ocorrem finas ranhuras longitudinais, em especial na face lingual da coroa, os espécimens associados ao Morfótipo 11 apresentam uma superfície bastante lisa.

Como visto em MN 5023-V, *Coloborhynchus robustus* (FASTNACHT, 2001) e *Coloborhynchus spielbergi* (VELDMEIJER, 2006) os dentes marginais são acentuadamente menores que os pré-maxilares, de formato triangular, tendendo a apresentar menor inclinação lábio-lingual e principalmente mésio-distal, além de uma mais acentuada compressão lateral.

Com base nestas observações, os exemplares UFMA 1.20.178-1 e URC R.77-5, significativamente menores que URC R.77-1, menos inclinados e mais comprimidos lábio-lingualmente, poderiam ser interpretados como dentes marginais.

URC R.77-2, URC R.77-3 e URC R.77-4 são igualmente pequenos, porém mantêm caracteres mais semelhantes a URC R.77-1 que a UFMA 1.20.178-1 e URC R.77-5. No âmbito desta investigação considera-se a possibilidade que representem dentes pré-maxilares de indivíduos ontogeneticamente menos desenvolvidos.

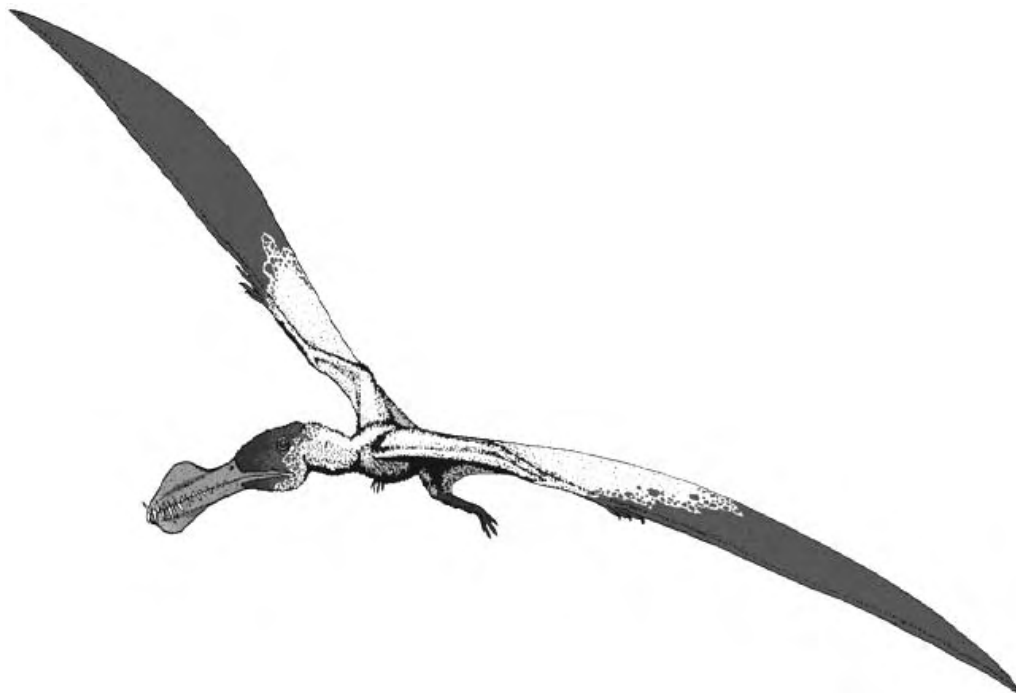


Figura 70. Concepção paleoartística da aparência aproximada de um pterossauro Anhangueridae. Crédito: Felipe A. Elias.

#### 4.1.2.2 - Morfótipo 15

##### **SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA**

PTERODACTYLOIDEA Plieninger, 1901

ORNITHOCHEIROIDEA Seeley, 1891

PTERANODONTOIDEA Kellner, 1996

ANHANGUERIDAE Campos & Kellner, 1985

UFMA 1.20.166, único exemplar associável ao Morfótipo 15, apresenta um conjunto de características intimamente compartilhadas com os espécimens pertencentes ao Morfótipo 11. Difere apenas em ligeiramente mais acentuada compressão lábio-lingual e ausência de uma inclinação méso-distal. Compartilha estreita similaridade com os dentes marginais observados em MN 5023-V, sustentando assim sua atribuição ao clado Anhangueridae.

#### 4.1.2.3 - Morfótipo 12

##### **SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA**

PTERODACTYLOIDEA Plieninger, 1901

ORNITHOCHEIROIDEA Seeley, 1891

PTERANODONTOIDEA Kellner, 1996

(?) “ORNITHOCHEIRIDAE” Seeley, 1870

A combinação de caracteres observada no único exemplar associado ao Morfótipo 12 é consistente com aquela observada também em pterossauros Ornithocheiroidea. Ainda que não possua sua região apical preservada, UFMA 1.20.130 corresponde a um dente acentuadamente longo e estreito, dotado de uma suave inclinação méso-distal e lábio-lingual.

Difere significativamente dos dentes observados em MN 5023-V por uma compressão lábio-lingual bastante acentuada. Sob este aspecto compartilha de uma maior similaridade com a estrutura dentária indicada através da morfologia alveolar do espécimen MN 4804-V (*Brasileodactylus araripensis* / Membro Romualdo da

Formação Santana) e observada diretamente em MN 4797-V (*Brasileodactylus* cf. *araripensis* / Membro Crato da Formação Santana).

Segundo KELLNER (1984) *Brasileodactylus* seria enquadrado nos Ornithocheiridae. O mesmo autor posteriormente reconheceu este como um clado altamente problemático, dado seu registro fragmentário (ver KELLNER & TOMIDA, 2000).

Dentes isolados de pterossauros fortemente comprimidos lábio-lingualmente foram também descritos em depósitos cenomanianos da região de Kem-Kem, no Marrocos.

KELLNER & MADER (1997) anunciaram um dente lábio-lingualmente comprimido, recurvado méso-distalmente, cujo esmalte era ornamentado por suaves ranhuras longitudinais.

WELLNHOFER & BUFFETAUT (1999) descreveram trinta dentes isolados de pterossauros, todos acentuadamente comprimidos lábio-lingualmente. Ainda que tenham considerado que todos os exemplares pertenciam provavelmente a um mesmo táxon (“Ornithocheiridae”), os autores dividiram-nos em quatro agrupamentos morfológicos distintos. UFMA 1.20.130 compartilha uma morfologia intimamente similar àquela descrita para estes exemplares, em especial à classe Morfótipo IV de WELLNHOFER & BUFFETAUT (1999).

Tanto *Brasileodactylus araripensis* quanto as formas africanas apresentam esmalte relativamente liso. Suaves ranhuras longitudinais irregulares podem ocorrer, como constatado na pequena porção preservada do esmalte de UFMA 1.20.130. O Morfótipo IV de WELLNHOFER & BUFFETAUT (1999) apresenta adicionalmente um padrão de suaves enrugamentos transversais ao longo da superfície labial exposta da dentina. Tal característica é observada também em UFMA 1.20.130. Para os sulcos paralelos diagonais, observados na superfície lingual, nenhuma descrição equivalente na literatura foi encontrada.

Por aspectos de preservação, os padrões na ornamentação do esmalte, encontrados em UFMA 1.20.130 não puderam ser analisados em maior detalhe. Com isso inviabilizou comparações com os encontrados em *Brasileodactylus* e espécimens africanos. Mas o único exemplar associável ao Morfótipo 12 apresenta uma combinação de características morfológicas que resultam de uma associação tentativa ao clado “Ornithocheiridae”.



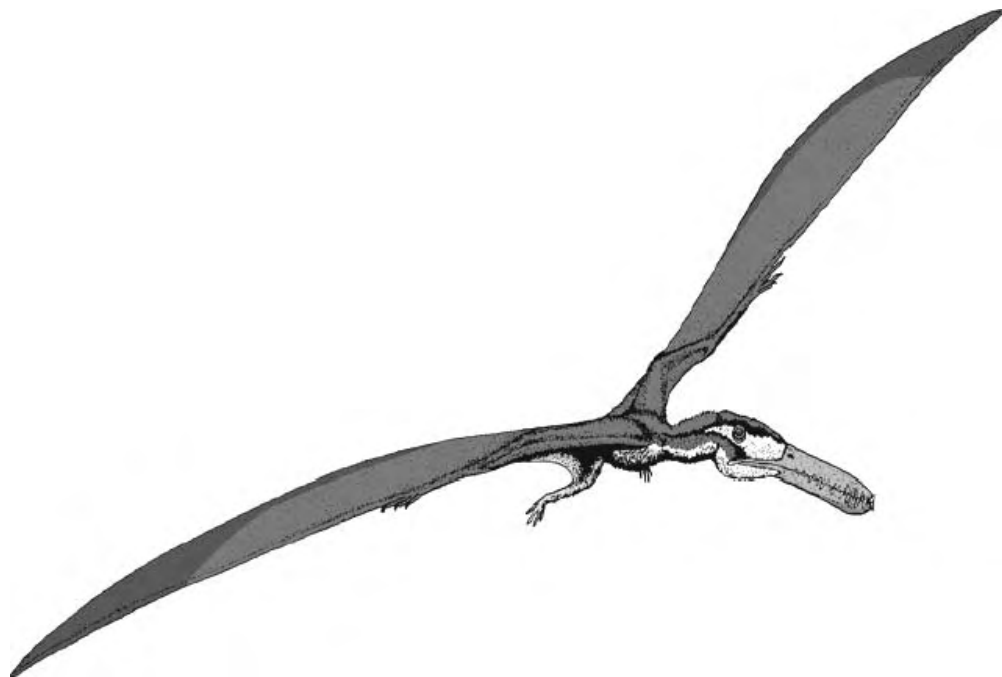


Figura 71. Concepção paleoartística da aparência aproximada de um pterossauro “Ornithocheiridae”. Crédito: Felipe A. Elias.

#### 4.1.2.4 - Morfótipo 14

##### **SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA**

PTERODACTYLOIDEA Plieninger, 1901

ORNITHOCHEIROIDEA Seeley, 1891

PTERANODONTOIDEA Kellner, 1996

(?) “ORNITHOCHEIRIDAE” Seeley, 1870

O Morfótipo 14 constitui um único exemplar, UFMA 1.20.1744, que corresponde a um fragmento da coroa.

Em muitos aspectos UFMA 1.20.1744 é comparável a UFMA 1.20.130. Ambos são longos, apresentam similar grau de compressão e inclinação lábio-lingual. No entanto UFMA 1.20.1744 apresenta um formato mais triangular, muito similar ao encontrado em dentes marginais de diversos pterossauros Ornithocheiroidea.

A compressão lábio-lingual é bem mais acentuada que a encontrada em dentes marginais de Anhangueridae, como constatado em MN 5023-V, mas equivale àquela observada em “Ornithocheiridae”.

Tal como UFMA 1.20.130, UFMA 1.20.1744 compartilha de grande similaridade com a morfologia dentária marginal de *Brasileodactylus*. Também compartilha características com os dentes isolados provenientes da região de Kem-Kem, descritos por WELLNHOFER & BUFFETAUT (1999), em especial aos pertencentes ao Morfótipo III. Difere apenas quanto à ornamentação do esmalte, que neste exemplar é totalmente lisa.

Tal como o Morfótipo 12, o Morfótipo 14 guarda estreitas semelhanças aos dentes associados à “Ornithocheiridae”, sendo da mesma forma associado tentativamente a este clado.

#### 4.1.3 - Agrupamento taxonômico 3 (CROCODYLOMORPHA Walker, 1968)

##### 4.1.3.1 - Morfótipo 7

### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

CROCODYLIFORMES Ray, 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone & Whybrow, 1983

NEOSUCHIA Benton & Clark, 1988

(?) PHOLIDOSAURIDAE Zittel & Eastman, 1902

De acordo com ROMER & PARSONS (1985), dentes crocodilomorfianos típicos são caracterizados pela implantação tecodonte, aspecto geral cônico e uma seção basal da coroa em geral circular, subcircular ou oval, apresentando relativa homodontia na forma, porém com alguma variação no tamanho ao longo das séries maxilares.

Em estudo desenvolvido a partir de uma nova forma proveniente do Cretáceo Superior de Naskal, na Índia, PRASAD & BROIN (2002) desenvolveram extensas comparações dentárias em diferentes formas de crocodilomorfos, atuais e fósseis. Os autores demonstraram que a variabilidade em forma, tamanho e especialização, seja

interespecífica ou intraespecífica, é muito mais ampla em Crocodylomorpha do que até então se supôs.

URC R.80-1 é cônico, bastante curto e muito robusto. Segundo PRASAD & BROIN (2002) dentes marginais da fração posterior dos ramos maxilares tendem a apresentar tal morfologia em muitas formas de crocodilomorfos. A julgar pelo seu volume URC R.80-1 provavelmente pertenceu a um indivíduo de grandes proporções.

Durante o Cretáceo, crocodilomorfos foram mais largamente representados no registro fóssil por formas mesoeucrocilianas (BENTON, 1997).

De forma a tentar estabelecer possíveis afinidades para URC R.80-1 foram consultadas diversas referências na literatura sobre distintos grupos mesoeucrocilianos, incluindo *Sarcosuchus imperator*, um folidossáurido do Aptiano/Albiano do Níger (SERENO *et al.*, 2001); *Elosuchus felixi* e *E. cherifiensis*, elossúquidos de Aptiano/Albiano do Níger e Albiano/Cenomaniano do Marrocos respectivamente (BROIN, 2002); *Anatosuchus minor*, um “notossuquiano” também do Aptiano/Albiano do Níger (SERENO *et al.*, 2003); *Hamadasuchus rebouli*, um provável trematocâmpsido do Albiano/Cenomaniano do Marrocos (BUFFETAUT, 1994; LARSSON & SIDOR, 1999); *Brillanceasuchus babouriensis*, um neossuquiano do Barremiano de Camarões (MICHARD *et al.*, 1990); *Araripesuchus gomesii* e *Caririsuchus camposi*, um “notossuquiano” e um mesoeucrociliano de afinidades desconhecidas, respectivamente de Aptiano/Albiano da Bacia do Araripe (PRICE, 1959; KELLNER, 1987); *Candidodon itapecuruense*, um “notossuquiano” do Aptiano/Albiano da Bacia de São Luís-Grajaú (CARVALHO, 1994); “*Goniopholis paulistanus*”, um suposto goniofólido do Neo-Cretáceo da Bacia Bauru (ROXO, 1935a), “*Thoracosaurus bahiensis*”, um mesoeucrociliano da Bacia do Recôncavo (ROXO, 1935b); *Mariliasuchus amarali*, *Baurusuchus pachecoi*, *Uberabasuchus terrificus* e *Sphagesaurus huenei*, um “notossuquiano”, um baurussúquido, um peirosáurido e um esfagessáurido, respectivamente do Neo-Cretáceo da Bacia Bauru (CARVALHO & BERTINI, 1999; RIFF & KELLNER, 2001; POL, 2003, CARVALHO *et al.*, 2004); *Congosaurus bequaerti*, um dirossáurido do Paleoceno de Angola (JOUVE & SCHWARZ, 2004); finalmente *Eremosuchus elkobolicus*, um trematocâmpsido do Eoceno da Argélia (BUFFETAUT, 1989).

A ausência de uma marcante compressão lábio-lingual da coroa e de dentículos (condição “zifodonte”), ou crenulações simulando dentículos (condição “falso-zifodonte” sensu PRASAD & BROIN, 2002) nas carenas, afasta a possibilidade de uma

associação com formas “sebecossuquianas”, peirossáuridas, trematocâmpsidas ou elossúquidas.

URC R.80-1 também não apresenta especializações mamaliformes, característica da dentição de muitas formas “notossuquianas”, tampouco uma morfologia que o associe a esfagessáuridos.

Mesoeucrocodilianos de dentição não-zifodonte foram representados durante o Cretáceo pelo clado Neosuchia, composto por formas longirrostrinas altamente adaptadas para uma vida semi-aquática, sendo representados por Dyrosauridae, Pholidosauridae e Goniopholidae (SERENO *et al.*, 2001; BROIN, 2002; PRASAD & BROIN, 2002).

O primeiro agrupamento caracteriza-se por formas associadas a depósitos costeiros, com distribuição estratigráfica restrita ao Neo-Cretáceo/Eo-Terciário. O segundo, com distribuição ao longo de todo o Cretáceo, encontra-se associado na literatura tanto a depósitos continentais quanto costeiros. Por fim o terceiro, com distribuição cronológica de Neo-Jurássico a Eo-Cretáceo, está fortemente relacionado a depósitos continentais (BROIN, 2002).

Não foram encontradas grandes similaridades na morfologia de URC R.80-1 e do dirossáurido *Congosaurus bequaerti*. Neste os elementos dentários são bastante longos e afilados, contrastando com a constituição volumosa do dente aqui analisado.

No aspecto geral URC R.80-1 guarda algumas similaridades com “*Goniopholis paulistanus*”, figurado por ROXO (1935a). É comparável ao Morfótipo 7 pelo aspecto geral, robustez e ápice abaulado. Difere significativamente, contudo, pelo padrão do esmalte, acentuadamente ornamentado com cristas, contrastando com as ranhuras suaves observadas no espécime aqui estudado. O autor associou a forma paulista a Goniopholidae, considerado como um grupo de distribuição exclusivamente laurásiana. O registro do clado em depósitos gondwânicos é discutível (BERTINI, 1994a).

Comparações com o material ilustrado por ROXO (1935b), designado como “*Thoracosaurus bahiensis*”, revelaram também similaridades com URC R.80-1, ainda que através da ilustração apresentada nenhum sinal de constrição entre base da coroa e raiz pode ser observado.

Comparações também foram realizadas com modelos figurados e descrições realizadas por SERENO *et al.* (2001) para *Sarcosuchus imperator*, um grande Pholidosauridae proveniente do Deserto de Ténéré, no Níger.

O aspecto geral, incluindo a presença de duas finas carenas, o padrão de suaves ranhuras longitudinais presentes no esmalte, assim como o grande volume de URC R.80-1, são muito próximos daqueles caracterizados para o exemplar africano. Contudo *Sarcosuchus* apresenta dentes de ápice mais agudo, porém levemente arredondados, e não dotados de constrictões basais, como observado em URC R.80-1.

A associação do Morfótipo 7 ao clado Pholidosauridae é puramente tentativa, uma vez que URC R.80-1 compartilha características presentes em dentes de diversos grupos mesoeucrocilianos e até mesmo eussuquianos.

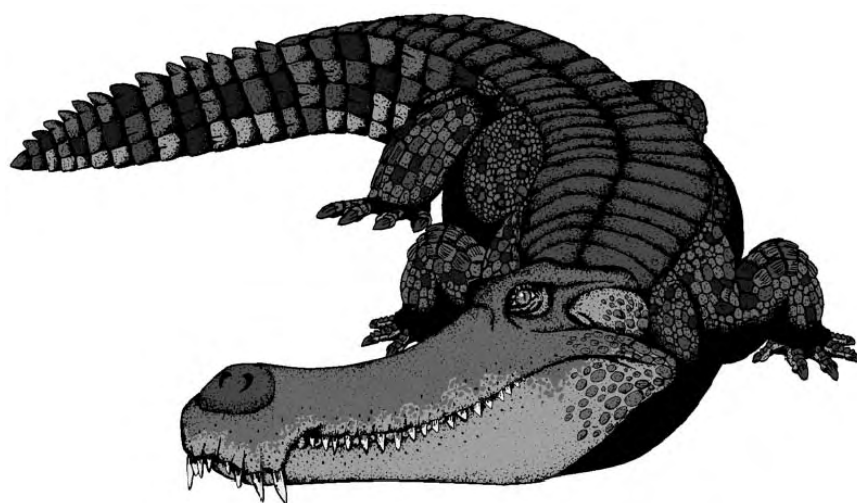


Figura 72. Concepção paleoartística da aparência aproximada de um crocodylomorfo Pholidosauridae. Crédito: Felipe A. Elias.

#### 4.1.3.2 - Morfótipo 8

### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

CROCODYLIFORMES Ray, 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone & Whybrow, 1983

NEOSUCHIA Benton & Clark, 1988

(?) PHOLIDOSAURIDAE Zittel & Eastman, 1902

Os mesmos *taxa* utilizados como parâmetro de comparação para o Morfótipo 7 foram também analisados no âmbito da identificação dos exemplares associáveis so

Morfótipo 8. São dentes que guardam um conjunto de características que permitem uma associação ao grupo dos crocódilomorfos Mesoeucrocodylia.

A ausência de uma condição zifodonte ou “falso-zifodonte”, tal como qualquer forma de especialização extrema, descarta afinidades com formas metassuquianas (“Sebecosuchia”, “Notosuchia” e Trematochampsidae) e certos grupos neossuquianos (Peirosauridae e Elosuchidae). Também não foram observadas características que permitissem uma correlação mais próxima com Dyrosauridae.

Comparações com *Sarcosuchus* permitiram a observação de inúmeras similaridades com exemplares pertencentes ao Morfótipo 8, em especial URC R.80-7, o espécimen melhor preservado. A julgar por seu relativo comprimento, pelo ápice pontiagudo e pela ausência de uma compressão lábio-lingual marcante, URC R.80-7 provavelmente representa um dente pré-maxilar ou da porção distal da mandíbula. O volume médio encontrado tanto neste exemplar, como nos outros espécimens associados ao mesmo morfótipo, sugere animais de portes médio a grande; contudo menores que o indivíduo representado por URC R.80-1.

Ainda que seu tamanho seja relativamente menor que os homólogos em *Sarcosuchus*, e seu ápice mais pontiagudo, apresenta uma FSTB de aspecto similar aos exemplos figurados por SERENO *et al.* (2001). Difere principalmente na estrutura das carenas, mais proeminentes que em *Sarcosuchus*, assim como no padrão de ornamentação, que na forma africana é bem mais suave. Entretanto o conjunto é bastante próximo da morfologia encontrada neste folidossáuride.

Tal como o Morfótipo 7, a atribuição do Morfótipo 8 ao clado Pholidosauridae é tentativa. Apenas através de materiais associados ao crânio seu *status* taxonômico real poderá ser determinado.

#### 4.1.3.3 - Morfótipo 9

### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

CROCODYLIFORMES Ray, 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone & Whybrow, 1983

NEOSUCHIA Benton & Clark, 1988

(?) PHOLIDOSAURIDAE Zittel & Eastman, 1902

O Morfótipo 9, representado apenas por URC R.80-3, é um típico dente crocodiliforme, provavelmente mesoeucrocodiliano. Tal como os morfótipos 7 e 8 é um dente não-zifodonte, o que afasta a possibilidade de uma associação com formas metassuquianas (“Sebecosuchia”, “Notosuchia” e Trematochampsidae) ou certos grupos neossuquianos (Peirosauridae e Elosuchidae).

Ainda que sua porção apical não se encontre preservada, URC R.80-3 parece ter sido um dente relativamente alongado e fortemente expandido lábio-lingualmente. Trata-se portanto de um provável dente pré-maxilar ou da porção distal da mandíbula.

Seu volume diminuto sugere um indivíduo de porte pequeno. Contudo é impossível determinar o estágio ontogenético do exemplar ao qual pertenceu.

Características particulares, como presença de apenas uma única carena (distal), assim como um padrão particular de ornamentação, composto por sulcos paralelos e profundos dispostos ao longo da porção basal da coroa, não encontraram homologia em nenhuma das formas consideradas nesta análise. Ver relação no tópico sobre o Morfótipo 7.

Segundo MASSARE (1987) e PRASAD & BROIN (2002) dentes afilados e longos ocorrem em grupos crocodilomorfianos de forma mais contundente em Teleosauridae e Metriorhynchidae (Thalattosuchia), Dyrosauridae e Pholidosauridae (Neosuchia), e Gavialidae (Eusuchia). Considerando discrepâncias biocronológicas e paleogeográficas, além de um padrão de ornamentação de esmalte bastante distinto daqueles observados em Thalattosuchia, Dyrosauridae e Gavialidae, o agrupamento cuja associação parece ser menos questionável é Pholidosauridae, ainda que tal atribuição seja aqui proposta em caráter duvidoso.

#### 4.1.3.4 - Morfótipo 10

### **SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA**

CROCODYLIFORMES Ray, 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone & Whybrow, 1983

NEOSUCHIA Benton & Clark, 1988

(?) PHOLIDOSAURIDAE Zittel & Eastman, 1902

Os exemplares pertencentes ao Morfótipo 10 são dentes tipicamente crocodiliformes, provavelmente mesoeucrocilianos.

Tal como outros espécimens analisados neste trabalho, são dentes não-zifodontes, guardando similaridades com URC R.80-1 pelo fato de serem robustos, apresentarem ápice não-pontiagudo e ornamentação do esmalte bastante suave. Diferem contudo pela total ausência de carenas e por serem proporcionalmente mais altos do que largos.

Sua morfologia indica que compunham a porção média dos ramos maxilares, numa condição intermediária entre pré-maxilares e dentes do trecho proximal.

Em termos de tamanho são muito pequenos, quanto comparados com URC R.80-1, especialmente por este provavelmente ser um dente terminal. Pertenceram, portanto, a indivíduos sensivelmente menores.

Ainda que com base em elementos dentários isolados seja impossível uma atribuição mais acurada, o conjunto de características observadas nos dentes do Morfótipo 10 sugere maior afinidade com Pholidosauridae que com outros mesoeucrocilianos descritos para o Cretáceo do Gondwana.

De acordo com PRASAD & BROIN (2002) crocodilomorfos podem apresentar, ao longo dos ramos maxilares, heterodontia quanto a tamanho ou morfologia dos elementos dentários. Em Pholidosauridae a heterodontia é mais acentuada no tamanho dos dentes, não na morfologia.

Se considerarmos estas observações, e admitirmos que não apenas o Morfótipo 10, mas também 7, 8 e 9, possam efetivamente apresentar afinidades a Pholidosauridae, é razoável supor que particularidades morfológicas, observadas em cada um dos casos, possam representar um reflexo de variação taxonômica e não heterodontia.

#### **4.1.4 - Amniotas de diagnose duvidosa**

Os espécimens pertencentes aos morfótipos dentários 13 e 16 não foram associados a nenhum grupo taxonômico específico. Sua natureza excessivamente fragmentária inviabiliza a observação de caracteres particulares. Qualquer tentativa de diagnose destes exemplares seria puramente tentativa e correria o risco de ser inconsistente.



#### 4.1.4.1 - Morfótipo 13

O Morfótipo 13, composto de um único exemplar, traz poucas informações de caráter macromorfológico. Boa parte da coroa encontra-se fragmentada e apenas uma pequena parcela do esmalte pode ser observada. Supõe-se que o elemento original deveria ser alongado e provavelmente pontiagudo, mas na ausência de outros exemplares similares e mais completos, tal proposição não pode ser comprovada.

Em alguns aspectos, em especial a ausência de carenas e os padrões de inclinação, o Morfótipo 13 assemelha-se ao 12, ainda que o último seja significativamente menor e mais comprimido lábio-lingualmente. Contudo uma associação ao clado Pterosauria, com base em um único exemplar precariamente preservado, não pode ser seguramente consubstanciada.

#### 4.1.4.2 - Morfótipo 16

Nenhum dos dentes associáveis ao Morfótipo 16 está completo. Raízes e ápices se encontram ausentes. O aspecto subfacetado da coroa é bastante distinto daquele observado em dentes de Spinosauridae. A presença de cristas paralelas é uma característica compartilhada entre dentes de plesiossauros e crocodilomorfos (MASSARE, 1987).

O padrão combinado observado no esmalte é bastante similar ao crocodilomorfo *Sphagesaurus*, do Neo-Cretáceo da Bacia Bauru, contudo a porção preservada das coroas dentárias sugere que os dentes da Laje do Coringa eram longos e finos, contrastando com sua morfologia marcadamente compacta.

Ainda que apresente uma ornamentação de esmalte com características crocodilomorfianas, na ausência de exemplares mais completos qualquer associação do Morfótipo 16 ao clado, mesmo que tentativa, seria bastante questionável.

## 4.2 - INFERÊNCIAS PALEOAMBIENTAIS E PALEOBIOLÓGICAS

### 4.2.1 – Aspectos paleoambientais

Os depósitos neocretácicos da Formação Alcântara formaram-se, segundo ROSSETTI & TRUCKENBRODT (1997), ROSSETTI (2001a) e ROSSETTI (2001c), em um complexo paleoambiental litorâneo, possivelmente associado a sistemas transicionais do tipo ilha-barreira. A Laje do Coringa teria, possivelmente, sua gênese inserida em um contexto similar, modelo corroborado pela ocorrência em conjunto de fósseis associados a faunas continentais, marinhas e de águas salobras (KLEIN & FERREIRA, 1979; MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001; SOUSA *et al.*, 2004).

Tal como boa parte dos fósseis preservados neste afloramento, os dentes isolados mostram claros sinais de intenso transporte antes de seu sepultamento final, sugerindo origem não-autóctone (MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001; HOLZ, 2003). Embora dentro do atual estágio de conhecimento sobre a gênese da Laje do Coringa fatores como o transporte e o retrabalhamento dificultem conclusões efetivas sobre a dimensão temporal na qual estes bioclastos foram ali acumulados, evidências de deposição em um provável estágio pré-fossildiagenético sugerem que o *time averaging* pode ter sido pouco significativo. Os dentes isolados, desta forma, devem ter pertencido a espécimes componentes de uma mesma paleocomunidade regional, como foi previamente considerado por MEDEIROS & VILAS BÔAS (1999), MEDEIROS (2001) e MEDEIROS & SCHULTZ (2001).

Através da análise palinológica de uma amostra coletada em um afloramento na Ponta do Farol, Município de São Luís, PEDRÃO *et al.* (1993c) reconheceu uma condição paleoclimática predominante quente e com forte tendência a aridez, para a região, durante o intervalo deposicional da Formação Alcântara.

MEDEIROS (2001) e MEDEIROS & SCHULTZ (2001) apontaram uma incongruência entre esta interpretação e os dados paleontológicos da unidade. Sugerindo que a manutenção de certas espécies só seria possível através de uma abundante oferta de água, propuseram o seguinte quadro paleoambiental para a região do golfão maranhense: em meio a um paleoambiente predominantemente árido, bolsões de vegetação luxuriante, dominados por coníferas, pterófitas e esfenófitas, margeariam

grandes corpos d'água, expandindo-se na região transicional, representando o principal sustentáculo da vida que habitava a região durante aquela época, flagrantemente marcada por uma notável megafauna. Este cenário compatibilizaria os dados de aridez e umidade observados em uma mesma formação sedimentar.

A restrição espacial na distribuição dos afloramentos da Formação Alcântara conhecidos até o momento, associada a uma origem não autóctone de seu registro fóssil, dificulta o mapeamento das áreas de origem dos dentes isolados encontrados na Laje do Coringa. Desta forma qualquer conclusão particular sobre a natureza dos paleoambientes originais destes animais pode ser prematura.

Contudo se considerada dentro de um contexto regional, apenas com base em seu conteúdo paleofaunístico, é possível concluir que mesmo dominada por um regime quente e árido, aquela paisagem provavelmente apresentava condições para a manutenção de grande oferta de água, onde proliferava uma grande gama de formas de vida. Tal modelo pode ser corroborado pela riqueza de seu registro paleoictiológico (CARVALHO & MAISEY, 1999; DUTRA & MALABARBA, 2001; MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001; PEREIRA & MEDEIROS, 2003; SOUSA *et al.*, 2004) e a ampla diversidade de crocodilomorfos, pterossauros e teropodomorfos Spinosaurinae, grupos cuja dieta preferencial é inferida como piscívora (HOLTZ JR, 1998; SERENO *et al.*, 2001; KELLNER, 2006).

#### **4.2.2 – Diversidade paleobiótica**

A variedade morfológica encontrada na amostra da Laje do Coringa sugere uma apreciável diversidade de amniotas naquela região durante o neo-Albiano/eo-Cenomaniano, sendo os arcossauromorfos provavelmente as formas dominantes da paisagem.

Dentes isolados associados a carnívoros são significativamente mais abundantes na amostra. Uma interpretação prematura poderia considerar esta como evidência de uma razão populacional onde espécies carnívoras predominariam sobre as herbívoras, contrariando os princípios básicos de pirâmides de biomassa e distribuição de espécies segundo seu nível trófico (ODUM, 1988; RICKLEFS, 2003). A relativa abundância de dentes isolados de espécies carnívoras não é uma característica peculiar à Laje do

Coringa e à Formação Alcântara. É fenômeno comum em diversos depósitos fossilíferos mesozóicos (FARLOW *et al.*, 1991; FARLOW & HOLTZ JR, 2002).

Diversos amniotas mesozóicos, incluindo arcossauromorfos, eram susceptíveis a um processo natural de contínua perda e regeneração dos dentes. Em formas carnívoras a atividade predatória e/ou necrofágica ocasionava uma perda adicional, através do estresse durante a apreensão de uma presa ou por lesões no contato com elementos ósseos internos (MASSARE, 1987; FARLOW *et al.*, 1991). Desta forma dentes de carnívoros eram perdidos em uma taxa muito superior àquela de formas herbívoras, aumentando de maneira muito mais significativa as chances de preservação e acúmulo em antigos sistemas deposicionais.

Ainda que não possa ser avaliada, com base apenas em dentes isolados, a proporção numérica real entre espécies carnívoras e herbívoras na paleocomunidade albo-cenomaniana da Formação Alcântara, os resultados finais da presente investigação evidenciaram uma expressiva diversidade de carnívoros neste contexto.

Um variado contingente populacional de carnívoros pode coexistir apenas se as espécies explorarem nichos ecológicos distintos, permitindo uma melhor distribuição da exploração dos recursos e, com isto, diminuindo a competição interespecífica (ODUM, 1988; RICKLEFS, 2003). Assembléias com grande diversidade de espécies carnívoras ocorrem em diversos depósitos sedimentares mesozóicos, ainda que não sejam tão comuns. Destacam-se aquelas dos horizontes jurássicos da Formação Morrison, além das inúmeras unidades cretácicas do Norte da África (ver FARLOW & HOLTZ JR, 2002).

Inferências paleobiológicas, e conseqüentemente atribuições ecológicas, podem apenas ser consideradas com base em detalhados estudos biomecânicos a partir de exemplares mais completos (ALEXANDER, 1989). Contudo a análise da estrutura dentária permite traçar perfis aproximados da natureza dos alimentos aos quais os dentes poderiam ser submetidos (FARLOW *et al.*, 1991). Deste modo, a diversidade morfológica observada em dentes de amniotas carnívoros da Laje do Coringa sugere a coexistência de espécies variadas que exploraram distintos nichos no âmbito daquele paleoambiente.

### 4.2.3 – Teropodomorfos

De acordo com a distinção dentária, dinossauros Theropodomorpha eram representados na Formação Alcântara por pelo menos dois grupos de grandes dimensões, Carcharodontosauridae e Spinosauridae.

Dentes de carcarodontossáurides são caracterizados por uma evidente compressão lábio-lingual. Contudo como a maioria dos grandes teropodomorfos, tal característica é menos acentuada quando comparada àqueles de menor porte. Adicionalmente apresentam ápice levemente arredondado e distribuição de denticulos ao longo das carenas mesial e distal.

A partir de dentes isolados marginais de diferentes dinossauros teropodomorfos, FARLOW *et al.* (1991) estabeleceram comparações morfológicas e funcionais com dentes de diversos vertebrados carnívoros altamente especializados. Para este estudo consideraram como parâmetro as numerosas baterias dentárias dos seláquios, os dentes marginais de diversos lepidossauromorfos modernos (Varanidae) e extintos (Mosasauridae), além dos dentes caninos de mamíferos carnívoros modernos (Felidae, Canidae e Hyenidae) e extintos (Machairodontidae).

Os autores constataram que os dentes marginais dos teropodomorfos, especialmente aqueles de grande porte, apresentam uma combinação única de características, encontrada tanto na dentição de fêlides e cânides (longos e ligeiramente recurvados méso-distalmente, para capturar e subjugar) quanto naquela dos fêlides macairodôntides, lepidossauromorfos e seláquios (presença de carenas serrilhadas, para corte e processamento de tecidos fibrosos).

Os dentes de carcarodontossáurides, analisados na amostra, compartilham de todas estas características, sugerindo uma funcionalidade generalista. A presença de carenas serrilhadas indica uma ampla capacidade de corte e processamento de tecidos macios, uma característica peculiar de carnívoros que apresentam hábitos predatórios (MOLNAR & FARLOW, 1990; FARLOW *et al.*, 1991).

A inclinação méso-distal é uma importante adaptação na captura de presas, apreendendo couro e musculatura após penetração. De forma adicional, a relativa expansão lábio-lingual confere aos dentes uma maior resistência ao estresse direcional causado pelo debater da presa, que tenta se livrar da captura do predador (FARLOW *et al.*, 1991).

MOLNAR & FARLOW (1990) observaram que uma expansão lábio-lingual, e um grande volume, são características presentes em dentes de diversos grandes dinossauros carnívoros, sugerindo que estes animais poderiam eventualmente penetrar e quebrar ossos.

Contudo segundo FARLOW *et al.* (1991) marcas de dentes na superfície óssea aparecem com uma frequência muito menor para registros mesozóicos que para cenozóicos. Para estes autores tais marcas poderiam resultar de contato acidental, causado por mordidas mais potentes ou mesmo durante a raspagem dos ossos durante a alimentação, mas sem qualquer intuito de consumo destas estruturas.

O consumo de ossos é uma característica largamente associada a um hábito preferencialmente e/ou exclusivamente necrofágico (VAN VALKENBURG, 1989). Hiênides representam os principais mamíferos predominantemente necrófagos na atualidade, dotados de dentes altamente especializados, volumosos e resistentes ao processamento de material ósseo.

Os dentes de carcarodontossáurides analisados são relativamente volumosos, mas não mostram sinais de qualquer especialização neste sentido, tal como a maioria dos teropodomorfos de grande porte, à exceção de certos tiranossáurides (FARLOW *et al.*, 1991; HURUM & CURRIE, 2000).

Com base na inclinação méso-distal, e na presença de carenas marcadamente serrilhadas, é razoável supor que os carcarodontossáurides da Formação Alcântara fossem animais de grande porte, preferencialmente predadores. A compressão lábio-lingual evidente, porém não rigidamente acentuada, forneceria a resistência necessária para subjugar presas potenciais.

A morfologia dentária, entretanto, não mostra sinais de uma maior adaptação para quebra e processamento de ossos, o que minimiza a possibilidade de que tais animais assumissem uma rotina preferencialmente necrofágica. Um comportamento oportunista não pode ser descartado, desde que limitassem o consumo às porções mais tenras das carcaças. O grande tamanho pode ter sido eventualmente empregado para afastar predadores menores de suas presas, antes que estas tivessem seus tecidos mais macios integralmente consumidos.

Carcarodontossáurides compunham um grupo de teropodomorfos de grandes proporções, estando entre os maiores dinossauros carnívoros registrados previamente (NOVAS *et al.*, 2005). Seus restos ocorrem frequentemente associados a espinossáurides e outros grandes carnívoros, em assembléias fósseis que apresentam

sauropodomorfos, incluindo grandes titanossauros e diplodocóides, como formas herbívoras dominantes (FARLOW & HOLTZ JR, 2002).

Em estudo biomecânico desenvolvido a partir de materiais cranianos de teropodomorfos Allosauridae, provenientes da Formação Morrison, Neo-Jurássico dos Estados Unidos, BAKKER (1998) sugeriu que estes animais teriam assumido adaptações para predação preferencialmente dinossauros sauropodomorfos, aplicando ataques rápidos e precisos, promovendo grandes lesões através dos dentes cortantes. CORIA & CURRIE (2002) encontraram evidências similares em *Giganotosaurus carolinii*, um carcarodontossáuride (grupo filogeneticamente próximo a Allosauridae) do Cretáceo (Albiano/Cenomaniano) da Argentina.

Qualquer consideração mais específica, com base apenas em dentes isolados, é prematura, porém há possibilidade de que, se estas argumentações forem verídicas, a existência de carcarodontossáurides na Formação Alcântara estaria intrinsicamente ligada à marcante presença de sauropodomorfos naquele paleoambiente.

O segundo grupo de grandes teropodomorfos representados na Formação Alcântara é dos espinossáurides. O registro global destes carnívoros é ainda fragmentário, onde dentes e fragmentos cranianos correspondem à maior parcela (HOLTZ JR, 1998).

Em uma condição teropodomorfiana típica, o rosto tende a ser relativamente alto e não muito longo, com ossos maxilares munidos de dentes lábio-lingualmente comprimidos e geralmente serrilhados.

Contudo espinossáurides são teropodomorfos peculiares em diversos aspectos. O rosto tende a ser sensivelmente alongado e baixo, com sua porção distal formando uma singular “roseta”. Os dentes são lateralmente expandidos, com uma compressão lábio-lingual sutil ou ausente, e podem ou não ter carenas finamente serrilhadas. Adicionalmente seus fósseis indicam um desenvolvimento substancial do palato secundário e uma retração das narinas externas a uma posição menos distal no crânio, ambas condições não observadas até o momento em outros teropodomorfos (SERENO *et al.*, 1998; HOLTZ JR, 1998).

Consideravelmente distinta da maioria dos dinossauros carnívoros típicos, a morfologia crânio-dentária dos espinossáurides apresenta um paralelismo flagrante com algumas formas crocódilomorfianas longirrostrinas, tanto modernas quanto fósseis, o que para alguns autores sugere uma gradativa adaptação para uma dieta

preferencialmente piscívora (CHARIG & MILNER, 1986; SERENO *et al.*, 1998; HOLTZ JR, 1998).

Tal como em crocodilomorfos, o rostro longo e estreito dos espinossáurides permitiria uma ágil passagem pela lâmina d'água. O palato secundário, entre inúmeras funções, absorveria forças contorcionais de peixes que eventualmente se debatessem ao serem capturados. Finalmente a retração das narinas garantiria que estes animais mantivessem a porção terminal do focinho submersa durante a procura por presas, respirando normalmente o ar atmosférico acima da linha de água (HOLTZ JR, 1998).

A morfologia dentária dos espinossáurides, caracterizada por dentes alongados, pontiagudos, lateralmente expandidos e pouco inclinados, parece reforçar este modelo. Segundo MASSARE (1987) dentes similares podem ser encontrados em plesiossauros, ictiossauros e diversos grupos de crocodilomorfos modernos e fósseis. Em comum todos apresentam um conjunto morfo-anatômico que sugere uma dieta preferencialmente e/ou exclusivamente piscívora.

MASSARE (1987) define para estes dentes funções de captura e apreensão de presas. Os dentes de espinossáurides da Laje do Coringa se encaixam com precisão nesta definição, sugerindo implementos que desempenhavam uma função equivalente.

Espinossáurides são comumente encontrados associados em assembléias com outros teropodomorfos gigantes (HOLTZ JR, 1998). SUES *et al.* (2002) apontaram o aspecto frágil do crânio longirrostrino como um fator limitante para a seleção de presas potenciais. Segundo os autores estes animais seriam incapazes de capturar e processar presas resistentes e de porte avantajado, sem promover a si mesmos danos consideráveis.

A ausência de denticulos nas carenas dos dentes de espinossáurides, como *Irritator* e *Spinosaurus*, assim como nos espécimens da Laje do Coringa, traz importantes considerações a respeito do processamento de grandes porções de tecido muscular.

Segundo FARLOW *et al.* (1991), para que dentes dotados de carenas não-serrilhadas desempenhem satisfatoriamente tal função, é necessário que apresentem uma acentuada compressão lábio-lingual. Desta forma o processo de corte dos tecidos fibrosos resulta da combinação do estresse de deformação direcional aplicada e do desgaste da fricção contra o tecido. Uma vez que sua ação demanda uma significativa combinação de forças é importante que o complexo maxilar seja suficientemente possante para empreender a energia necessária ao processo.



Dentes de espinossáurides são expandidos lateralmente e a estrutura craniana não reúne características que reflitam em um maior poder dos maxilares, algo inconsistente com a habilidade de subjugar grandes presas e processar grandes volumes de carne.

Considerando que o registro paleoictiológico destas mesmas assembléias, em especial Nordeste do Brasil e Norte da África, é frequentemente rico e diversificado (ver STROMER, 1915; KLEIN & FERREIRA, 1979; MAISEY, 1991; SERENO *et al.*, 1998; TAQUET & RUSSEL, 1998; MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001; SOUSA *et al.*, 2004), é possível que os espinossáurides maranhenses tenham encontrado uma forma alternativa de exploração de recursos alimentares, permitindo sua coexistência com outros grandes dinossauros carnívoros (ver HOLTZ JR, 1998).

A primeira evidência direta de piscivoria por um espinossáuride foi observada por CHARIG & MILNER (1986), através de escamas de *Lepidotes* com sinais de ação digestiva no interior da cavidade abdominal do holótipo de *Baryonyx walkeri*. Mais recentemente DAL SASSO *et al.* (2006) descreveram uma vértebra isolada de *Onchopristis*, incrustada em um dos alvéolos pré-maxilares de um espinossáuride do Marrocos.

Parece claro, contudo, que mesmo no âmbito deste perfil espinossáurides podem ter assumido um comportamento eventualmente oportunista, capturando e/ou consumindo carne de outros animais.

Além de escamas de peixes, CHARIG & MILNER (1986) encontraram elementos ósseos semidigeridos de uma forma juvenil de *Iguanodon* (Ornithopoda) na cavidade abdominal do holótipo de *Baryonyx walkeri*. Recentemente BUFFETAUT *et al.* (2004) descreveram uma vértebra cervical de um pterossauro na qual um grande dente de espinossáuride encontrava-se incrustado.

FARLOW & HOLTZ JR (2002) sugeriram que as limitações funcionais, impostas pela morfologia craniana e dentária do grupo, podem ter sido facilmente suprimidas pelo desenvolvimento de membros anteriores vigorosos. Dotados de falanges ungueais hipertrofiadas seriam eventualmente exploradas por estes animais como recursos de captura e apreensão de grandes presas. Contudo na ausência de condições análogas no registro fóssil e/ou moderno, tal possibilidade não foi até o momento passível de ser testada.

A Formação Alcântara registra não apenas dinossauros carnívoros de grande porte, como também espécies de tamanho mais modesto. Dentes de teropodomorfos Velociraptorinae compartilham características típicas de muitos dinossauros carnívoros:

inclinação méso-distal, compressão lábio-lingual e presença de carenas serrilhadas. Contudo são muito mais acentuadamente comprimidos lábio-lingualmente e inclinados méso-distalmente do que aqueles de carcarodontossáuridos, oriundos do mesmo afloramento.

Comparando os aspectos observados nos espécimens da Laje do Coringa, àqueles discutidos por FARLOW *et al.* (1991), pode-se concluir que funcionalmente os dentes aqui analisados demonstram estrita adaptação a uma condição exclusivamente cortante. Sua marcante compressão lábio-lingual forneceria menor atrito contra o tecido muscular da presa, penetrando com relativa facilidade e, através da superfície serrilhada, partindo os ligamentos das fibras.

Dromeossáurides Velociraptorinae caracterizaram-se pelo relativo pequeno tamanho, uma estrutura anatômica leve e membros vigorosos, munidos com falanges ungueais bastante desenvolvidas. Eram provavelmente animais ágeis, porém destituídos da potencialidade física inferida para dinossauros carnívoros de maior tamanho (NORELL & MAKOVICKY, 2004).

A marcante especialização dos dentes de Velociraptorinae afasta qualquer possibilidade de processamento e consumo de material ósseo, particularidade intimamente associada a uma dieta exclusivamente necrofágica. É possível então concluir que estes eram carnívoros preferencialmente predadores.

No entanto, diferentemente do que é comum em outros dinossauros carnívoros, a significativa compressão lateral presente na dentição de Velociraptorinae a tornaria mais susceptível a danos e fraturamentos em caso de contorção da presa, inviabilizando uma função de apreensão. Os dentes da Laje do Coringa compartilham destas mesmas características.

CARPENTER (1998) demonstrou o importante papel das falanges ungueais no processo de apreensão das presas por dromeossáurides em geral, incluindo Velociraptorinae. É razoável supor que enquanto dominavam as presas através de suas garras, estes pequenos teropodomorfos poderiam aplicar mordidas rápidas e precisas, lesionando e promovendo perda massiva de sangue. Como também pode ser concluído a partir de CARPENTER (1998), que as falanges ungueais hipertrofiadas dos membros posteriores devem ter cumprido um papel adicional no processo de abate, perfurando tecidos macios e cortando o suprimento de sangue da região cervical, levando ao óbito prematuro da presa.

As evidências sobre a seleção das presas por parte dos teropodomorfos Velociraptorinae são circunstanciais (NORELL & MAKOVICKY, 2004). O tamanho diminuto, e a constituição marcadamente leve, sugerem que estes carnívoros devem ter explorado principalmente presas pequenas.

Considerando o tamanho dos dentes isolados oriundos da Laje do Coringa, os dromeossáurides da Formação Alcântara devem ter apresentado porte similar aos observados em *Deinonychus* (Eo-Cretáceo dos Estados Unidos) ou *Velociraptor* (Neo-Cretáceo da Ásia Central). Crocônilomorfos e dinossauros juvenis, assim como eventuais peixes mortos depositados nas margens, podem ter representado fontes primárias de alimento para estes teropodomorfos.

Alguns dromeossáurides parecem ter assumido comportamento gregário, permitindo a exploração de presas potencialmente maiores, como demonstrado nas assembléias de *Deinonychus* e do ornitópodo *Tenontosaurus* (MAXWELL & OSTROM, 1995).

A ocorrência de dinossauros herbívoros na Formação Alcântara resume-se principalmente a sauropodomorfos e ornitópodos de médio a grande porte, estes últimos representados apenas por pistas e pegadas isoladas. Contudo ainda que supostamente grandes demais para comporem o quadro de presas prováveis destes pequenos dinossauros carnívoros, com base apenas no registro dentário, é inviável qualquer inferência mais específica sobre relação predador-presa.

Como demonstrado em trabalhos prévios (VILAS BÔAS, 1999; FRANCO-ROSAS, 2004), a diversidade de teropodomorfos de pequeno porte pode ser ainda maior no neo-Albiano/eo-Cenomaniano da Formação Alcântara. Uma demonstração adicional de que aquele paleoambiente certamente oferecia a possibilidade para que inúmeros tipos de dinossauros explorassem os mais variados nichos.

#### **4.2.4 – Sauropodomorfos**

A Formação Alcântara, através da Laje do Coringa, registra uma significativa diversidade de dinossauros sauropodomorfos, sendo titanossauros e diplodocóideos as formas melhor representadas (MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001).

A associação destes dois agrupamentos não é restrita à referida unidade, repetindo-se em depósitos do Cretáceo de Norte da África e Argentina (BONAPARTE, 1995; CALVO & SALGADO, 1995; SMITH *et al.*, 2001).

Uma vez que tanto titanossauros quanto diplodocóideos apresentavam uma dentição restrita à porção distal dos maxilares, é pouco provável que fossem capazes de pré-processar matéria vegetal na cavidade bucal como muitos herbívoros o fazem (CALVO, 1994). Ao contrário, sua morfologia dentária indica um sistema de corte e rápida deglutição. O contingente alimentar seria posteriormente processado em câmaras internas especializadas (MCINTOSH, 1990a).

Sauropodomorfos como estes desenvolveram predileção especial por pteridófitas, coniferófitas, cicadófitas e ginkgófitas, explorando alimento tanto em um nível próximo ao solo (STEVENS & PARRISH, 1999) como nas porções mais elevadas das árvores, através de uma provável postura tripodial (BAKKER, 1986; WILSON & CARRANO, 1999; SANTUCCI, 2005).

#### **4.2.5 – Pterossauros**

De acordo com KELLNER (2006) pterossauros cretácicos podem ser encontrados associados tanto a depósitos não-marinhos como, mais comumente, aos marinhos. Sua ampla diversidade inclui formas providas ou destituídas de dentes (KELLNER & TOMIDA, 2000; KELLNER, 2006).

Ornitocheiroidea destaca-se como o mais amplo agrupamento que inclui formas providas de dentes durante o Cretáceo, no qual estão incluídos Anhangueridae e Criorhynchidae, além do problemático clado “Ornithocheiridae” (KELLNER & TOMIDA, 2000). Anhangueridae e Criorhynchidae são eventualmente distintos de “Ornithocheiridae” pela presença de uma crista pré-maxilar e uma mandibular, ausentes nestes últimos (KELLNER & TOMIDA, 2000).

Todos, entretanto, são dotados de dentes finos, longos e pontiagudos. Esta é uma morfologia inapropriada para cortar, porém altamente especializada para perfurar e capturar pequenas presas. O aspecto longirrostrino, e a retração das narinas externas para uma posição mais proximal, quando combinados, sugerem uma flagrante adaptação para uma dieta predominantemente piscívora (MASSARE, 1987). Uma vez que pterossauros “Ornithocheiroidea” compõem freqüentemente assembléias fossilíferas

com amplo e diversificado registro paleoictiológico (KELLNER, 2006) é razoável uma associação a tal tipo de estratégia alimentar.

É provável que estes animais sobrevoassem o limite da lâmina de água em busca de pequenas presas aquáticas, capturando-as com os dentes longos após um mergulho rápido e preciso da porção distal do rostro (KELLNER, 2006). Segundo WELLNHOFER (1987) as cristas pré-maxilares e mandibulares, típicas de Anhangueridae e Criorhynchidae, representaram um importante implemento na estabilização dos maxilares dentro da lâmina d'água.

#### **4.2.6 – Crocodilomorfos**

Através da análise da morfologia dentária constatou-se que o paleoambiente onde foi formada a Laje do Coringa apresentava uma significativa diversidade de crocodilomorfos não-zifodontes.

Dentes não-zifodontes, acentuadamente longos e pontiagudos, mostram-se especialmente adaptados para a perfuração de tecidos fibrosos. Funcionalmente assumem, portanto, um papel exclusivamente de captura. Uma vez que são menos resistentes a grandes forças laterais tornam-se bastante susceptíveis a fraturas ou perdas em caso de estresse da presa. Com isto crocodilomorfos, cuja dentição é caracterizada por esta morfologia, apresentam especial predileção por presas menores, sendo freqüentemente piscívoros (MASSARE, 1987).

Dentes não-zifodontes compactos, com coroas curtas, ápice amplo e fortemente arredondado, e acentuada expansão lateral, tendem a apresentar uma significativa resistência ao contato e eventual fraturamento de compostos orgânicos rígidos, como ossos, conchas ou carapaças. Em uma condição extrema podem desenvolver uma morfologia fortemente bulbosa. Crocodilomorfos com uma dentição deste tipo tendem a desenvolver uma dieta altamente especializada, que inclui moluscos e até testudinos (MASSARE, 1987; PRASAD & BROIN, 2002).

Uma terceira condição encontrada em dentes não-zifodontes é caracterizada por elementos dentários de coroa cônica, fortemente expandida, com ápice agudo, pontiagudo ou suavemente arredondado. Funcionalmente são mais versáteis que as condições anteriores, permitindo apreensão e eventual desmembramento tanto de presas

maiores quanto menores em relação ao tamanho do próprio animal (PRASAD & BROIN, 2002).

De acordo com PRASAD & BROIN (2002) neossuquianos fósseis tendem a apresentar uma predominante homodontia. A heterodontia ocorre em caráter mais sutil, em geral associada apenas ao comprimento da coroa dos dentes ao longo de cada uma das séries maxilares. Entre os eussuquianos, contudo, a heterodontia morfológica é mais acentuada. Em Alligatoridae e Crocodylidae, por exemplo, podem ocorrer as três condições anteriores em uma mesma série maxilar. Os dentes rostrais, mais alongados e pontiagudos, funcionam como instrumentos de apreensão de presas menores, como peixes. Aos dentes medianos, de constituição alongada, porém robusta, cabe a tarefa de apreensão de presas maiores e mais resistentes. Os dentes posteriores, mais curtos e compactos, são utilizados para quebra de conchas, carapaças e ossos antes da deglutição.

Em crocodimorfos não-zifodontes, atuais e fósseis, inexitem adaptações específicas para o processamento do alimento antes do consumo. Como ocorre em espécies modernas, presas menores devem ter sido deglutidas integralmente pelas variedades fósseis. As presas maiores seriam grosseiramente desmembradas com o auxílio de movimentos laterais de crânio e corpo, reduzidas a porções menores e finalmente deglutidas (PRASAD & BROIN, 2002).

Entre os morfótipos 8, 9 e 10 foram observadas condições morfológicas que caracterizam estes como dentes de grande versatilidade, indicando uma dieta tipicamente generalista.

Os morfótipos 9 e 10 estão possivelmente associados a formas de menor porte, cuja dieta pode eventualmente ter incluído peixes, crustáceos e pequenos tetrápodos. O morfótipo 8 está associado a espécimes de maior tamanho, no entanto com adaptações alimentares provavelmente similares.

Para o Morfótipo 7 foram encontradas características aqui interpretadas como indicativas de uma especialização mais refinada. A morfologia compacta e bastante robusta sugere grande resistência a fraturamentos, sugerindo adaptações para o estresse do contato com partes rígidas, como ossos e carapaças.

Em diversos aspectos sua morfologia pode ser comparada àquela presente na dentição de *Sarcosuchus*. De acordo com SERENO *et al.* (2001) estes crocodilomorfos do Eo-Cretáceo teriam assumido uma dieta diversificada, porém baseada em presas de proporções avantajadas, incluindo grandes dipnoiformes e celacântides, testudinos,

crocodilomorfos e eventualmente dinossauros incautos emboscados nas margens dos cursos de água.

### **4.3 - ASPECTOS BIOCRONOLÓGICOS, PALEOGEOGRÁFICOS E PALEOBIOGEOGRÁFICOS**

#### **4.3.1 – Comparação entre a Formação Alcântara e a Unidade Indiferenciada**

A Formação Alcântara é até o momento a unidade com o mais rico e diversificado conteúdo fossilífero na Bacia de São Luís-Grajaú. Dentes isolados são encontrados com grande frequência em alguns de seus diversos afloramentos. Depósitos mais antigos, em especial da Unidade Indiferenciada (eo/meso-Albiano), ainda não revelaram um registro tão diversificado. Isso se deve ao fato de, no vale do rio Itapecuru, onde vertebrados cretáceos são mais comumente encontrados no interior do Maranhão, o material fóssil estar mais disperso e a região ser densamente vegetada dificultando muito o acesso a eventuais sítios que só são revelados pela ação erosiva do rio e de seus tributários. Um menor número de incursões e coletas de campo naquela região também tornam sua fauna menos conhecida.

Embora algumas contribuições prévias tenham evidenciado importante similaridade, especialmente do ponto de vista paleoictiológico (DUTRA & MALABARBA, 2001; CASTRO *et al.*, 2003, 2004 a), no que diz respeito aos tetrápodos, todas as contribuições até o momento conseguiram apenas evidenciar uma similaridade faunística superficial entre as duas unidades (MEDEIROS & SCHULTZ, 2002; CARVALHO *et al.*, 2003; CASTRO *et al.*, 2005; MEDEIROS & AVILLA, 2005).

Esta contribuição revelou novas morfologias dentárias até então desconhecidas para a Formação Alcântara. Entretanto exceto pela ocorrência de dentes de Carcharodontosauridae e Spinosauridae (ver RIBEIRO *et al.*, 2003), nenhum dos espécimens da amostra investigada parece apresentar afinidades com aqueles descritos para a Unidade Indiferenciada.

O ainda escasso registro fossilífero dos depósitos de eo/meso-Albiano não permitiu uma comparação mais estreita entre as formas da Unidade Indiferenciada e da Formação

Alcântara, impossibilitando um entedimento mais consistente da sucessão faunística ocorrida naquela região, entre a porção final do Eo-Cretáceo e primórdios do Neo-Cretáceo.

À medida que futuros e mais intensificados esforços de coleta produzam uma quantidade mais representativa de dados será possível estabelecer comparações mais consistentes entre conteúdo fossilífero das duas unidades e, com isto, esclarecer diversas questões sobre a evolução daquela paleocomunidade, na transição Eo/Neo-Cretáceo.

#### **4.3.2 – Comparação entre o registro fóssil maranhense e o norte-africano**

De acordo com a literatura clássica (VIANA, 1986; PETRI, 1987; KOUTSOUKOS *et al.*, 1993) as porções Norte e Sul do Atlântico teriam concluído sua conexão entre neo-Aptiano e o eo-Albiano, formando uma barreira geográfica significativa entre as terras emersas de América do Sul e África. As paleofaunas continentais mesozóicas de ambos os extremos passariam, dentro desta concepção, a experimentar um isolamento efetivo, que resultou em gradativa particularização e até endemismo, estendida por todo o restante do Albiano até Neo-Cretáceo.

Contudo foi evidenciado, em diversos estudos realizados nos últimos anos (VILAS BÔAS, 1999; VILAS BÔAS *et al.*, 1999; MEDEIROS & VILAS-BÔAS, 1999; MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001; CARVALHO *et al.*, 2003) e corroborado pelos resultados desta investigação, o Nordeste da América do Sul e a porção Setentrional da África mantiveram paleofaunas aparentemente similares até pelo menos o eo-Cenomaniano.

Talvez uma das mais flagrantes evidências desta similaridade seja evidenciada pela marcante associação na assembléia fóssil da Laje do Coringa, de dentes e elementos ósseos isolados de dinossauros Carcharodontosauridae e Spinosaurinae.

Os primeiros registros destes teropodomorfos na literatura vêm de horizontes cenomanianos do Egito, onde se apresentaram igualmente associados (STROMER 1915, 1931). Outras ocorrências africanas se estendem por um intervalo estratigráfico que se inicia no Aptiano e termina no Cenomaniano. Em todas elas espinossáurides e carcarodontossáurides são descritos como membros componentes das mesmas assembléias paleofaunísticas (SERENO *et al.*, 1996, 1998; HOLTZ JR, 1998; FARLOW & HOLTZ JR, 2002).



Fora do continente africano, registros inquestionáveis de carcarodontossáurides são conhecidos apenas a partir de depósitos aptianos/cenomanianos na Argentina, onde espinossáurides parecem estar ausentes (ver NOVAS *et al.*, 2005). Espinossáurides foram também registrados em horizontes barremianos na Europa (CHARIG & MILNER, 1986), eocretácicos da Tailândia (BUFFETAUT & INGAVAT, 1986) e aptianos/albianos da Formação Santana, Nordeste do Brasil (MARTILL *et al.*, 1996; KELLNER & CAMPOS, 1996; SUES *et al.*, 2002). Em ambos os casos carcarodontossáurides estão ausentes das assembléias.

A ocorrência conjunta de Spinosauridae e Carcharodontosauridae parece, até o presente momento, ser uma característica particular do Norte africano, compartilhada apenas com a Formação Alcântara da Bacia de São Luís-Grajaú. O desaparecimento destes dois grupos de teropodomorfos do registro fóssil, a partir do limite Cenomaniano-Turoniano, estaria associado a uma substituição faunística ocorrida em escala global (NOVAS *et al.*, 2005).

Maniraptoriformes dromeossáurides ocorrem em assembléias fossilíferas situadas em amplo intervalo estratigráfico (Cretáceo), porém com um registro predominantemente laurásiano, incluindo América do Norte, Europa e Ásia Central (NORELL & MAKOVICKY, 2004). Recentemente ocorrências do grupo foram também noticiadas ao Sul do Equador, em Sudão, Argentina e Brasil (RAUHUT & WERNER, 1995; FRANCO, 1999; VILAS-BÔAS, 1999; MARCONATO *et al.*, 2001; FRANCO-ROSAS, 2001; FRANCO-ROSAS, 2004; NOVAS & POL, 2005; MAKOVICKY *et al.*, 2005).

Segundo recente análise cladística, desenvolvida por MAKOVICKY *et al.* (2005), dromeossáurides podem ser acomodados em quatro linhagens evolutivas distintas: Dromaeosaurinae, Velociraptorinae, Microraptoria e Unenlagiinae. Os dois primeiros agrupamentos incluem formas de ampla distribuição ao longo da Laurásia durante todo o Cretáceo. O terceiro acomodaria formas chinesas particulares do Barremiano. O quarto, por sua vez, teria uma distribuição restrita a depósitos do Neo-Cretáceo da Argentina.

Entre os Unenlagiinae a morfologia dentária é conhecida apenas em *Buitreraptor gonzalezorum*. Seus dentes completamente desprovidos de dentículos (MAKOVICKY *et al.*, 2005) diferem de todas as ocorrências de dromeossáurides sul-americanos fora da Argentina, restritas até o momento a depósitos sedimentares brasileiros.

Através da análise da micromorfologia dos dentículos sugeriu-se que as formas brasileiras, cuja ocorrência abrange as bacias Bauru e São Luís-Grajaú, apresentariam maiores afinidades com Dromaeosauridae e Velociraptorinae (FRANCO, 1999; VILAS-BÔAS, 1999; MARCONATO *et al.*, 2001; FRANCO-ROSAS, 2001; FRANCO-ROSAS, 2004).

Os novos dados, reunidos na presente investigação, também apontam para esta interpretação. De forma adicional sugerem certa similaridade entre os espécimes analisados e uma forma norte-africana (RAUHUT & WERNER, 1995). Contudo a escassez de materiais mais completos inviabiliza comparações mais consistentes, a fim de esclarecer os padrões de distribuição e eventual dispersão destes dromeossáurides no Gondwana durante o limite Eo/Neo-Cretáceo e suas afinidades com as formas laurasianas.

Do ponto de vista taxonômico dentes em saurodomorfos são bem menos informativos que elementos de seu esqueleto axial (SANTUCCI, 2005). Deste modo os espécimens analisados nesta investigação, ainda que tenham permitido a associação aos grupos Diplodocoidea e Titanosauria, são pouco informativos no âmbito de correlações com outros *taxa* e conseqüentemente com limitada aplicabilidade em investigações paleogeográficas e paleobiogeográficas.

Ainda que isoladamente as ocorrências de cada um destes grupos apresentem distribuições estratigráfica e geográfica mais ampla, sua associação no âmbito das mesmas assembléias parece ser um fenômeno restrito ao intervalo Aptiano/Cenomaniano, repetindo-se em depósitos do Norte da África e Argentina (BONAPARTE, 1995; CALVO & SALGADO, 1995; SMITH *et al.*, 2001).

No Brasil as ocorrências mais expressivas de titanossauros provêm principalmente dos horizontes do Neo-Cretáceo da Bacia Bauru (SANTUCCI 2002, 2005). Na Bacia de São Luís-Grajaú foram noticiados os registros mais antigos do grupo, sempre associados a diplodocóideos, cuja ocorrência brasileira parece restrita à mesma bacia (MEDEIROS, 2001; MEDEIROS & SCHULTZ, 2001; CARVALHO *et al.*, 2003 CASTRO *et al.*, 2005).

Entre os pterossauros, a distribuição estratigráfica dos Ornithocheiroidea, grupo ao qual são associados os dentes isolados da Laje do Coringa, engloba Aptiano e se estende até Cenomaniano. Geograficamente ocorrências de restos associáveis a estes pterossauros estão distribuídas ao longo de depósitos de Norte da África, Europa, Nordeste da América do Sul, América do Norte, Ásia Central e possivelmente Austrália

(WELLNHOFER, 1985; WELLNHOFER & BUFFETAUT, 1999; KELLNER & TOMIDA, 2000; FASTNACHT, 2001; VELDMEIJER, 2006).

No Brasil, a ocorrência indiscutível de pterossauros restringe-se à Formação Gramame, Maastrichtiano da Bacia de Pernambuco-Paraíba, e à Formação Santana, Aptiano/Albiano da Bacia do Araripe (PRICE, 1953b; WELLNHOFER 1985, 1987; KELLNER & TOMIDA, 2000; FASTNACHT, 2001; VELDMEIJER, 2006). Ocorrências equivocadas e/ou duvidosas foram registradas também no Eo-Cretáceo da Bacia do Recôncavo (PRICE, 1953b).

De todas as localidades anteriormente referidas, Ornithocheiroidea ocorrem apenas nos membros Crato e Romualdo da Formação Santana. Os dentes isolados da Laje do Coringa, se esta for entendida como parcela da Formação Alcântara, estendem a distribuição do grupo no Brasil ao eo-Cenomaniano da Bacia de São Luís-Grajaú.

Crocodilomorfos ocorrem em abundância em diversas unidades cretácicas brasileiras, incluindo formas com dentições zifodonte e não-zifodonte (ROXO, 1935a, 1935b; PRICE, 1959; KELLNER, 1987; CARVALHO, 1994; CARVALHO & BERTINI, 1999; VILAS BÔAS, 1999; RIFF & KELLNER, 2001; MEDEIROS, 2001; NOBRE *et al.*, 2002; POL, 2003; CARVALHO *et al.*, 2004). Os exemplares analisados nesta investigação podem ser enquadrados na segunda condição, encontrada em uma diversificada gama de grupos crocodylomorfianos extintos, sendo conspícua entre as formas modernas.

Os espécimens foram tentativamente associados ao grupo Pholidosauridae, de distribuição cosmopolita (SERENO *et al.*, 2001), porém restritos ao Cretáceo. Alguns dos exemplares apresentam flagrantes similaridades com a morfologia dentária descrita para um grande foliodossáuride do Aptiano do Níger, *Sarcosuchus*. O mesmo gênero tem registro na literatura a partir de materiais oriundos da Bacia do Recôncavo (BUFFETAUT & TAQUET, 1977).

No entanto a ausência de caracteres particulares, ou especializações morfológicas, dificultam uma associação taxonômica consistente, inviabilizando assim comparações mais abrangentes, relevantes no âmbito de análise paleobiogeográfica.

BEHRENSMEYER (1991) enfatizou que a ocorrência repetida de associações faunísticas continentais similares fornece indícios da distribuição de uma mesma paleocomunidade, através de conexões terrestres de dispersão, ao longo de amplas extensões geográficas.

No entanto UPCHURCH *et al.* (2002) lembraram que o registro fóssil é bastante incompleto, sugerindo cautela em qualquer interpretação de contextos paleogeográfico, paleobiogeográfico e até mesmo filogenético, com base apenas na distribuição das ocorrências dos *taxa* e dos grupos taxonômicos associados. Destacaram a importância da aplicação de novas metodologias investigativas, incluindo análise cladística, como ferramentas investigativas mais consistentes. Os mesmos autores reavaliaram também o papel da vicariância como fator de distribuição faunística, desconsiderada freqüentemente em diversas contribuições em favor apenas de modelos baseados em dispersão e compartilhamento.

Para MEDEIROS (2001) a similaridade entre as assembléias fósseis de Formação Alcântara e Norte da África resultaram de dispersões através de comunicações continentais, que mantiveram o fluxo faunístico e adiaram um maior grau de diferenciação nas populações dos dois lados do Oceano Atlântico. Para o autor somente a partir do Cenomaniano inferior surgiu uma barreira significativa entre os dois continentes, encerrando definitivamente o compartilhamento paleobiótico.

Recentemente, com base em estudos desenvolvidos por TOLEDO (*et al.*, 2005) e SOUSA (2006) nos quais comparam diversas placas dentárias de dipnoiformes com registros análogos no continente africano, MEDEIROS (comunicação pessoal 2006) concluiu um provável quadro de isolamento seletivo, no qual alguns *taxa* podem ter sido submetidos a uma maior influência do progressivo afastamento entre a América do Sul e a África do que outros.

Contudo no âmbito desta investigação, o contexto fóssil analisado é fragmentário demais para fornecer dados mais substanciados sobre o nível em que a correlação faunística se estendia ao Norte africano.

Por um lado, a confirmação de um compartilhamento de *taxa* a níveis genéricos e específicos, entre a América do Sul e a África, forneceria importante subsídio para a interpretação de separação tardia destes dois blocos continentais, reforçando a necessidade de uma revisão crítica dos modelos paleogeográficos e paleobiogeográficos vigentes. Por outro lado, se demonstrada uma correlação apenas em caráter taxonomicamente mais amplo, ficaria constatada que a similaridade encontrada entre Formação Alcântara e Norte da África constituiria apenas uma herança de compartilhamento pré-deriva, resultante da prolongada conservação de caracteres dos *taxa* que permaneceram similares.

O conteúdo fossilífero da Bacia de São Luís-Grajaú ocupa um lugar de destaque na história do início da fragmentação de Gondwana. Seria importante que este registro fosse considerado em subseqüentes estudos de caráter paleogeográfico e paleobiogeográfico. Os dados apresentados nesta investigação reforçam a necessidade de maiores esforços na realização de estudos paleontológicos sistemáticos na bacia.

## V - CONCLUSÕES

- A variedade morfológica encontrada na amostra da Laje do Coringa sugere uma relativa diversidade de amniotas, em especial arcossaumorfos, durante neo-Albiano/eo-Cenomaniano do Estado do Maranhão.
- Na ausência de uma metodologia precisa de diagnose, a análise realizada a partir destes dentes não resultou em identificações precisas a níveis específicos, mas permitiu inferências taxonômicas a níveis mais amplos.
- Entre os dinossauros Theropoda compunham esta paleofauna pelo menos duas formas de grandes dimensões (Carcharodontosauridae e Spinosaurinae), além de formas de pequeno porte (Velociraptorinae).
- Dentes de prováveis Velociraptorinae provenientes da Laje do Coringa não correspondem a nenhuma ocorrência anterior citada para este afloramento, porém mostra afinidades com elementos resgatados do afloramento Praia da Baronesa e da Formação Wadi Milk (Sudão), supostamente cronocorrelata à Formação Alcântara.
- A análise dentária em caráter taxonômico de dentes de sauropodomorfos reconheceu os clados Titanosauria e Diplodocoidea, previamente registrados na Laje do Coringa apenas por elementos do esqueleto axial.
- Pela primeira vez foi reconhecida a ocorrência de pterossauros na Formação Alcântara, representados pelos clados Anhangueridae e “Ornithocheiridae”. Até então o grupo no Brasil só era conhecido no Aptiano/Albiano da Formação Santana e no Maastrichiano da Formação Gramame. Foram observadas particularidades morfológicas similares às encontradas tanto em espécimens da Formação Santana como em formas do Cretáceo norte-africano.
- Crocódilomorfos não-zifodontes apresentam relativa diversidade na Laje do Coringa. Foram reconhecidas pelo menos quatro categorias distintas de dentes, representantes de indivíduos de pequeno e grande porte, alguns com prováveis afinidades com formas norte-africanas.
- A presença de plesiosauros na Laje do Coringa é discutível. Dentes isolados presentes nesta análise são similares a espécimes descritos na literatura como pertencentes a este clado. Contudo não foram encontrados caracteres suficientes para uma atribuição segura ao agrupamento. De acordo com as conclusões

resultantes desta investigação, tal morfologia mostra maior afinidade com dentes de teropodomorfos Spinosaurinae do que com Plesiosauria.

- Dado o seu estado fragmentário, alguns dos dentes isolados, pertencentes à amostra analisada, não foram associados a nenhum grupo taxonômico específico.
- A diversidade morfológica, observada em dentes de amniotas carnívoros da Laje do Coringa, sugere a coexistência de espécies variadas, que exploraram distintos nichos no âmbito daquele paleoambiente.
- A ocorrência de crocódilomorfos, pterossauros e teropodomorfos Spinosaurinae corrobora a idéia de que mesmo no âmbito de um paleoclima preferencialmente quente e árido, a paisagem abrigava importantes fontes de água que devem ter representado o principal sustentáculo da vida naquele período.
- Depósitos supostamente mais antigos da Bacia de São Luís-Grajaú, como a Unidade Indiferenciada (eo/meso-Albiano), ainda não revelaram um registro tão diversificado de dentes isolados como ocorre na Formação Alcântara. Com isto comparações particulares são difíceis, e os padrões de sucessão faunística regional, entre a porção final do Eo-Cretáceo e os primórdios do Neo-Cretáceo, até o momento são pouco conhecidos.
- Como demonstrado em diversos estudos e também nesta investigação, o Nordeste da América do Sul e a porção Setentrional da África podem ter mantido elementos de paleofauna aparentemente similares até pelo menos o eo-Cenomaniano. Mas o registro fóssil maranhense é até o momento fragmentário demais para fornecer dados mais consubstanciados, sobre o nível em que se dava esta correlação. Deste modo não é possível, até o momento, avaliar se tal similaridade é fruto de uma herança de compartilhamento pré-deriva ou de eventos dispersivos, através da manutenção tardia de vias sub-aéreas entre América do Sul e África.
- Os dados apresentados nesta investigação reforçam a necessidade de maiores esforços na realização de estudos paleontológicos sistemáticos nesta bacia, incluindo investigações de cunho paleogeográfico e paleobiogeográfico.

## VI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABLER, W. L. The serrated teeth of tyrannosaurid dinosaurs, and biting structures in other animals. **Paleobiology**, Lancaster, V. 18, p: 161-183. 1992.

AGUIAR, G. A. Geologia da Bacia do Maranhão. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 25, 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1971, p. 113-122.

ALEXANDER, R. M. **Dynamics of Dinosaurs and Other Extinct Giants**. Columbia University Press, New York, 1989, 167p.

ALMEIDA, F. F. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. **Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral / Departamento de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, V. 241, p. 36 p. 1967.

ANAISSE JÚNIOR, J.; TRUCKENBRODT, W.; ROSSETTI, D. F. Fácies de um sistema estuarino-lagunar no Grupo Itapecuru, área de Açailândia/MA, Bacia do Grajaú. *In: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, p. 119-150 (Coleção Friedrich Katzer).

ANTONIOLI, L. **Estudo palino-estratigráfico da Formação Codó - Cretáceo Inferior do Nordeste brasileiro**. 2001, 265p. Tese (Doutoramento). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

ARANHA, L. G; LIMA, H. P., SOUZA, J. M. P.; MAKINO, R. K. Origem e evolução das bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. *In: Gabaglia, G. P. R. & Milani, E. J. (editores). Origem e Evolução de Bacias Sedimentares*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, 1990, p. 221-233.

ARAI, M. A transgressão marinha mesocretácea: sua implicação no paradigma da reconstrução paleogeográfica do Cretáceo no Brasil. *In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 5, 1999, Serra Negra. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1999, p. 577-582.

\_\_\_\_\_, M. A. Palinologia de depósitos cretáceos no Norte e Meio-Norte do Brasil: histórico e estado-de-arte. *In: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, p. 175-190 (Coleção Friedrich Katzer).



AVILLA, L. S.; CANDEIRO, C. R. A.; ABRANTES, E. A. L. Ornithischian remains from the Lower Cretaceous of Brazil and its paleobiogeographic implications. *In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados*, 3, 2003, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003, p. 14.

AZEVEDO, R. L. M. Paleogeografia do Atlântico Sul no Albiano. *In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 6, 2002, São Pedro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2002, p. 221-226.

AZEVEDO, R. P. **Tectonic evolution of Brazilian Equatorial continental margin basins**. 1991. 455p. Tese (Doutoramento). London Royal School of Mines, Imperial College, London, 1991.

BAKKER, R. T. **The dinosaur heresies**. Middlesex: Penguin Books. 1986, 481p.

\_\_\_\_\_, R. T. Brontosaur killers: Late Jurassic Allosaurids as sabre-tooth cat analogues. **Gaia**, Lisboa, V. 15, p. 145-158, 1998.

BARDET, N.; SUPERBIOLA, X. P. Marine reptiles from the Late Cretaceous phosphates of Jordan: palaeobiogeographical implications. **Geodiversitas**, Paris, V. 24, p. 832-839, 2002.

BARRET, P. M.; UPCHURCH, P. Feeding mechanisms of *Diplodocus*. **Gaia**, Lisboa, V. 10, p. 195-203, 1994.

BARROS, J. C. N.; SANTOS, F. N. Moluscos fósseis da Formação Codó (Cretáceo Inferior), Bacia do Maranhão, Brasil: Sistemática e paleoecologia. *In: Encontro Brasileiro de Malacologia*, 15, 1997, Florianópolis. **Boletim...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Malacologia, 1997, p.52.

BATISTA, A. M. N. **Caracterização paleoambiental dos sedimentos Codó-Grajaú, Bacia de São Luís (MA)**. 1992. 102p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém, 1992.

BEHRENSMEYER, A. K. Terrestrial vertebrate accumulations. *In: Allison, P. A.; Briggs, D. E. G. (editores). Taphonomy - Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. New York: Plenum Press, 1999, p. 291-335.

BENGTSON, P.; LINDGREN, J. First record of the mosasaur *Platecarpus* Cope, 1869 from South America and its systematic implications. **Revista Brasileira de Paleontologia**, São Leopoldo, V. 8, p. 5-12, 2005.

BENTON, M. J. **Vertebrate Paleontology**. London: Harper-Collins, 1997, 377p.

\_\_\_\_\_, M. J.; BOUAZIZ, S.; BUFFETAUT, E.; MARTILL, D. M.; QUAJA, M.; SOUSSI, M.; TRUEMAN, C. Dinosaurs and other fossil vertebrates from fluvial deposits in the Lower Cretaceous of Southern Tunisia. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, V. 157, p. 227-246, 2000.

BERTINI, R. J. Comments on the fossil amniotes from the Adamantina and Marília formations, continental Upper Cretaceous of the Paraná Basin, Southeastern Brazil (Part 1: Introduction, Testudines, Lacertilia, Crocodylomorpha). *In*: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 4, 1994, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1994a, p. 97-100.

\_\_\_\_\_, 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, 4, 1994, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1994b, p. 101-104.

\_\_\_\_\_, R. J. Evidências de Abelisauridae (Carnosauria: Saurischia) do Neo-Cretáceo da Bacia do Paraná. *In*: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 4, 1996, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1996, p. 267-271.

\_\_\_\_\_, R. J. Répteis. *In*: Carvalho, I. S. (editor). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2000, p. 781-816.

\_\_\_\_\_, 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, Brasília. **Boletim...** Brasília: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2003, p. 70-71.

\_\_\_\_\_, R. J.; MARSHALL, L. G.; GAYET, M.; BRITO, P. M. Vertebrate faunas from the Adamantina and Marília, formations (Upper Bauru Group, Late Cretaceous, Brazil) in their stratigraphic and paleogeographic context. **Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie**, Stuttgart, V. 188, p. 71-101, 1993.

BONAPARTE, J. F. A horned Cretaceous carnosaur from Patagonia. **National Geographic Research**, Washington, V. 1: p. 149-151, 1985.

\_\_\_\_\_, J. F. **Dinosaurios de América del Sur**. Buenos Aires: Museo Argentino de Ciencias Naturales, 1995, 174 p.

BORGES, M. S.; COSTA, J. B. S.; HASUI, Y.; FERNANDES, J. M. G.; BERMEGUY, R. L. Instalação e inversão da Bacia do Capim. *In*: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 6, Perinópolis, 1997. **Resumos Expandidos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1997, p. 134-135.

BROIN, F. L. *Elosuchus*, a new genus of crocodile from the Lower Cretaceous of the North of Africa. **Comptes Rendus Palevol**. Elsevier. V. 2, p. 275-285, 2002.

BROWN, D. S. & CRUICKSHANK, A. R. I. Skull of the Callovian plesiosaur *Cryptoclidus eurymerus*, and the sauropterygian cheek. **Palaeontology**, London, V. 37, p. 941-953, 1994.

BUFFETAUT, E. A new ziphodont mesosuchian crocodile from the Eocene of Algeria. **Palaeontographica**, Stuttgart, V. 208, p.1-10, p. 1989.

\_\_\_\_\_, E. A new crocodylian from the Cretaceous of Southern Morocco. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences**, Paris, V. 319, p. 1563-1568, 1994.

\_\_\_\_\_, E.; INGAVAT, R. Unusual theropod dinosaur teeth from the Upper Jurassic of Phu Wiang, Northeastern Thailand. **Revue de Paleobiologie**, Geneve, V. 5, p. 217-220, 1986.

\_\_\_\_\_, E.; QUAJA, M. A new specimen of *Spinosaurus* (Dinosauria, Theropoda) from the Lower Cretaceous of Tunisia, with remarks on the evolutionary history of the Spinosauridae. **Bulletin of Société Géologique de France**, Paris, V. 173, p. 415-421, 2002.

\_\_\_\_\_, E.; MARTILL, D.; ESCUILLIÉ, F. Pterosaurs as part of a spinosaur diet. **Nature**, New York, V. 430, p. 33, 2004.

BUFFETAUT, E.; TAQUET, P. The giant crocodylian *Sarcosuchus* in the Early Cretaceous of Brazil and Niger. **Palaeontology**, Berkeley, V. 20, p. 203-208, 1977.

BUSCALIONI, A. D.; GASPARINI, Z.; PÉREZ-MORENO, B. P.; SANZ, J. L. Argentinean theropods: first morphological analysis on isolated teeth. **Bulletin of the Geological Society of Denmark**, 1996. Disponível em <http://www.2dgf.dk/online/thefin.htm>. Acesso em: 13 Julho 2005.

CALVO, J. O. Jaw mechanics in sauropod dinosaurs. **Gaia**, Lisboa, V. 10, p. 183-193, 1994.

\_\_\_\_\_, 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**, Lisboa, V. 11, p. 13-33, 1995.

CAMPBELL, D. F. Revised report on the reconnaissance geology of the Maranhão Basin. **Relatório Interno da PETROBRÁS**, Belém, V. 7, 117 p., 1949.

CAMPOS, J. N.; LIMA, H. P. Evolução tectono-sedimentar dos arcos Ferrer-Urbano Santos e Tocantis. In: Seminário de Tectônica da PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 1987. **Resumos...** Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1987, p. 109-117.

CANDEIRO, C. R. A. **Dentes de Theropoda da Formação Marília (Santoniano-Maastrichtiano), Bacia Bauru, região de Peirópolis, Minas Gerais**. 2002. 115 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_, C. R. A.; TORRES, S.; MOREIRA, A.; MARTINS, V.; ABRANTES, E.; AVILLA, L.; ABRANCHES, C.; BERGQVIST, L. P. Novos achados de Dinosauria no Oeste do Estado de São Paulo, na Formação Adamantina (Bacia Bauru), Cretáceo Superior. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 6, 2002, São Pedro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2002, p. 409-413.

CARPENTER, K. Baby dinosaurs from the Late Cretaceous Lance and Heel Creek formations and a description of a new species of Theropod. **Contributions to Geology of the University of Wyoming**, Laramie, V. 20, p. 123-134, 1982.

\_\_\_\_\_, K. A Review off short-necked plesiosaurs from the Cretaceous of the Western interior, North America. **Neues Jahrbuch fuer Geologie und Palaeontologie Abhandlungen**, Stuttgart, V. 201, p. 259-287, 1996.

\_\_\_\_\_, K. Evidence of predatory behavior by carnivore dinosaurs. **Gaia**, Lisboa, V. 15, p. 135-144, 1998.

CARROLL, R. L. **Vertebrate Paleontology and Evolution**. New York: Freeman, 1987, 675 p.

CARVALHO, I. S. *Candidodon*: um crocodilo com heterodontia (Notosuchia, Cretáceo Inferior - Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, V. 66, p. 331-346, 1994.

\_\_\_\_\_, I. S. A icnofauna dinossauriana do Cretáceo Superior da Bacia de São Luís (Praia da Guia): contexto paleoambiental e aspectos paleoecológicos. **Anais da Academia Brasileira Ciências**, Rio de Janeiro, V. 66, p. 413-431, 1994.

\_\_\_\_\_, I. S. Pegadas de dinossauros em depósitos estuarinos (Cenomaniano) da Bacia de São Luís (MA), Brasil. *In*: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, p. 245-264 (Coleção Friedrich Katzer).

\_\_\_\_\_, I. S.; ARAÚJO, S. A. E. A distribuição geográfica dos fósseis e icnofósseis de Dinosauria na Bacia de São Luís (Cretáceo Superior, Maranhão). *In*: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 47, 1995, São Luís. **Anais...** São Luís: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 1995, p. 439.

\_\_\_\_\_, I. S.; AVILA, L. S.; SALGADO, L. *Amazonsauros maranhensis* gen. et sp. nov. (Sauropoda, Diplodocoidea) from the Lower Cretaceous (Aptian-Albian) of Brazil. **Cretaceous Research**, Oxford, V. 24, p. 697-713, 2003.

\_\_\_\_\_, I. S.; BERTINI, R. J. *Mariliasuchus*, um novo Crocodylomorpha (Notosuchia) do Cretáceo da Bacia Bauru, Brasil. **Revista Geologica Colombiana**, V. 24, p. 83-105, 1999.

\_\_\_\_\_, I. S.; CAMPOS, D. A. Um mamífero triconodonte do Cretáceo Inferior do Maranhão. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, V. 66, p. 437-446, 1988.

\_\_\_\_\_, I. S.; GONÇALVES, R. A. Pegadas de dinossauros neocretáceos da Formação Itapecuru, Bacia de São Luís (Maranhão, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, V. 66, p. 280-292, 1994.

\_\_\_\_\_, 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**, Kochi, V. 7, p. 975-1002, 2004.

\_\_\_\_\_, I. S.; VILAS BÔAS, I. C. C.; BERQVYST, L. P. Plesiossauros da região Equatorial Brasileira, Bacia de São Luís (Cretáceo Superior), Brasil. *In*: Congresso

Brasileiro de Paleontologia, 15, 1997, São Pedro. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1997, p. 93.

CARVALHO, L. B.; AZEVEDO, S. A. K.; SILVA, V. G. Novos vertebrados cretáceos e paleocênicos das formações Gramame e Maria Farinha, Bacia Sedimentar Pernambuco/Paraíba, Nordeste do Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 14, 1995, Uberaba. **Resumos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1995, p. 31-32.

\_\_\_\_\_, L. B.; AZEVEDO, S. A. K.; CAPILLA, R. Evidências da presença de plesiossauros (Sauropterygia: Elasmosauridae) na Bacia de Pernambuco-Paraíba, Neocretáceo do Nordeste Brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, V. 69, p. 434, 1997.

CARVALHO, M. S. S. Primeira ocorrência de picnodontídeos (Pisces) na Formação Itapecuru, Cretáceo Inferior do Paraíba, Estado do Maranhão, Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 15, 1997, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1997, p. 79.

\_\_\_\_\_, M. S. S.; MAISEY, J. G. Ocorrência de peixes celacantídeos no Cretáceo Inferior da Bacia do Paraíba, Estado do Maranhão, Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 16, 1999, Crato. **Resumos...** Crato: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1999, p. 35.

\_\_\_\_\_, M. S. S.; SILVA, V. G. Ocorrência de escamas de *Lepidotes* (Pisces) na Formação Itapecuru, Cretáceo Superior da Bacia de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, V. 64, p. 419, 1992.

CASTRO, D. F.; BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M.; MEDEIROS, M. A. Sobre uma nova localidade fossilífera, com restos de dinossauros, e outros tetrápodos, na região da Cidade de Coroatá, eo/meso-Albiano da Bacia de São Luís-Grajaú, Estado do Maranhão. *In*: Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, 2, 2005, Rio de Janeiro. **Boletim...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005, p. 75-76.

\_\_\_\_\_, D. F.; MEDEIROS, M. A.; BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M. Sobre uma nova localidade fossilífera, com restos de dinossauros, e outros tetrápodos, na região da Cidade de Coroatá, eo/meso-Albiano da Bacia de São Luís-Grajaú, Estado do Maranhão. *In*: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 4, 2004, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2004b, p. 15-16.

\_\_\_\_\_, D. F.; TOLEDO, C. E. V; SOUSA, E. P.; MEDEIROS, M. A. Ocorrência de *Asiatoceratodus* (= *Arganodus*) no Cenomaniano do Estado do Maranhão. *In: Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 18, 2003, Brasília. **Boletim...** Brasília: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2003, p. 98-99.

\_\_\_\_\_, D. F.; TOLEDO, C. E. V; SOUSA, E. P.; MEDEIROS, M. A. Nova ocorrência de *Asiatoceratodus* (Osteichthyes, Dipnoiformes) na Formação Alcântara, eo-Cenomaniano da Bacia de São Luís, MA, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, São Leopoldo, V. 7, p. 245-248, 2004a.

CHARIG, A. J.; MILNER, A. C. *Baryonyx*, a remarkable new theropod dinosaur. **Nature**, New York, V. 324, p. 359-361, 1986.

COOMBS, W. P. Teeth and taxonomy in ankylosaurs. *In: Carpenter, K & Currie, P. J.* (editores). **Dinosaur Systematics: Approaches and Perspectives**. New York: Cambridge University Press, 1990, p. 269-279.

CORIA, R. A.; CURRIE, P. J. The braincase of *Giganotosaurus carolinii* (Dinosauria: Theropoda) from the Upper Cretaceous of Argentina. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 22, p. 802-811, 2002.

CORRÊA MARTINS, F. J. **Levantamento de aspectos geológicos da parte Setentrional da Ilha de São Luís e áreas adjacentes**. 1996. 98 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

\_\_\_\_\_, F. J. A Laje do Coringa: um *bone-bed* da Formação Itapecuru (Cretáceo Superior da Bacia de São Luís – MA). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, V. 69, p. 436-437, 1997.

CUNHA, F. L.; FERREIRA, C. S. Um dipnoi na Formação Itapecuru (Cenomaniano), Maranhão, Brasil. *In: Congresso Latinoamericano de Paleontologia y Bioestratigrafía*, 1980, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires: Asociación Paleontológica Argentina, 1980, p. 1-9.

CUNHA, F. M. B. Fotointerpretação da Bacia de São Luís-Maranhão. **Relatório Interno da PETROBRÁS / DENOR**, Belém, V. 130-0284, 22p., 1968.

CURRIE, P. J. Bird-like characteristics of the jaws and teeth of troodontid theropods (Dinosauria, Saurischia). **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 7, p. 72-81, 1987.

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

DAL SASSO, C.; MAGANUCO, S.; BUFFETAUT, E.; MENDEZ, M. A. New information on the skull of the enigmatic theropod *Spinosaurus*, with remarks on its sizes and affinities. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 25, p. 888-896, 2006.

DAUPHIN, Y. Lémail dentaire des reptiles actuels et fossiles: Repartition de la structure prismatique, son rôle, ses implications. **Palaeontographica**, Stuttgart, V. 203, p. 171-184, 1988.

DE CESERO, P.; PONTE, F.C. (editores). Análise comparativa da Paleogeologia dos litorais atlânticos brasileiro e africano. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, Rio de Janeiro, V. 11, p. 1-18, 1997.

DEL CORRO, G. Um nuevo dinosaurio carnívoro del Chubut. **Comunicaciones Paleontológicas del Museu Argentino de Ciências Naturales "B. Rivadavia"**, Buenos Aires, V. 1, p. 1-14, 1966.

\_\_\_\_\_, G. Un nuevo saurópodo del Cretácico Superior. *Chubutisaurus insignis* gen. et sp. nov. (Saurichia-Chubutisauridae) del Cretácico Superior (Chubutiano) Chubut, Argentina. *Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, 1, 1975, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires: Asociación Paleontológica Argentina, 1975, p. 229-240.

DELLA SERRA, O. D.; FERREIRA, F. V. **Anatomia Dental**. São Paulo: Ed. Artes Médicas, 1979, 318 p.

DIAS, E. V. Anfíbios. *In*: Carvalho, I. S. (editor). **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2000, p. 763-780.

DUARTE, L.; SILVA SANTOS, R. Plant and fish megafossils of the Codó Formation, Parnaíba Basin, NE Brazil. **Cretaceous Research**, Oxford, V. 14, p. 735-746, 1993.

DUTRA, M. F. A.; MALABARBA, C. S. L. Peixes do Albiano-Cenomaniano do Grupo Itapecuru no Estado do Maranhão, Brasil. *In*: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, p. 191-208 (Coleção Friedrich Katzer).



DWYER, C. N. A comparative investigation of diagenesis in fossil teeth: A case study from the Upper Cretaceous Two Medicine and Judith River formations of Montana. **Geological Society of America**, Boulder, V. 36, p. 64, 2004.

EDMUND, A. G. Dentition. *In*: Gans, C.; Bellairs, A. & Parsons, T. S. (editores). **Biology of Reptilia**. London: Academic Press, 1969, p. 117-201.

ELIAS, F. A.; BERTINI, R. J.; MEDEIROS, M. A. Nota preliminar sobre novos morfótipos de dentes tetrapodianos, coletados na Laje do Coringa, Formação Alcântara, eo-Cenomaniano do Norte do Estado do Maranhão. *In*: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 4, 2004, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2004, p. 21-22.

ELIAS, F. A.; BERTINI, R. J.; MEDEIROS, M. A. Review of the occurrences concerning isolated amniotes teeth, in Cretaceous deposits from the Maranhão State. *In*: Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, 2, 2005, Rio de Janeiro. **Boletim...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005, p. 99-100.

ERICKSON, G. M. Split carinae on tyrannosaurid teeth and implications of their development. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 15, p. 268-274, 1995.

\_\_\_\_\_, G. M. Incremental line of von Ebner in dinosaurs and the assessment of tooth replacement rates using growth line counts. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, V. 93, p. 14623-14627, 1996.

ESTRELLA, G. O. O estágio rift nas bacias marginais do Leste Brasileiro. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 3, 26, 1972, Belém. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1972, p. 29-34.

EUGÊNIO, W. S. **Caracterização geopaleontológica do Cretáceo da Baía de São Marcos, Maranhão, Brasil**. 1994. 74 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.

EVERHART, M. Something about pliosaurids and polycotylyds. **Ocean of Kansas**, 2006. Disponível em <http://www.oceansofkansas.com>. Acesso em: 12 Janeiro 2006.

FARLOW, J. O.; BRINKMAN, D. L. Wear surface on the teeth of tyrannosaurs, in Rosenberg. **Paleontological Society Special Publication**, Lancaster, V. 7, p. 165-175, 1994.

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

\_\_\_\_\_, J. O.; HOLTZ JR, T. R. The fossil record of predation in dinosaurs. *In*: Kowalewski, M.; Kelley, P. h. (editores). **The Fossil Record of Predation / The Paleontological Society Papers**, Lancaster, V. 8, p. 251-266, 2002.

FASTNACHT, M.. First record of *Coloborhynchus* (Pterosauria) from the Santana Formation (Lower Cretaceous) of the Chapada do Araripe, Brazil. **Paläontologische Zeitschrift**, Stuttgart, V. 75, p. 23-36, 2001.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, V. 68, p. 195-205, 1996.

FERREIRA, C. S. Fáunula associada aos restos do Carnosauria da Formação Itapecuru, Cretáceo do Estado do Maranhão. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, V. 63, p. 431, 1991.

\_\_\_\_\_, C. S.; AZEVEDO, S. A.; CARVALHO, I. S.; GONÇALVES, R. S.; VICALVI, M. A. Os fósseis da Formação Itapecuru. *In*: Simpósio sobre as Bacias Cretáceas Brasileiras, 2, 1992, Rio Claro. **Resumos Expandidos...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1992, p. 107-110.

FIORILLO, A. R.; CURRIE, P. Theropod teeth from the Judith River Formation (Upper Cretaceous) of South-Central Montana. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 14, p. 74-78, 1994.

FRANCO, A. C. **Dentes de teropodomorfos do Cretáceo Superior da Bacia do Paraná: Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura**. 1999. 113 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

FRANCO-ROSAS, A. C. Dentes de teropodomorfos na Formação Cambambe, Mato Grosso. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17, 2001, Rio Branco. **Boletim...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2001, p. 157.

\_\_\_\_\_, A. C. **Metodologias para identificação taxonômica com base na estrutura dentária, microestrutura do esmalte e microanálises químicas de dentes de Sauropodomorpha, Theropoda e Crocodylomorpha**. 2004. 182 p. Tese (Doutoramento). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

GASPARINI, Z. A new plesiosaur from the Bajocian of the Neuquén Basin, Argentina. **Palaeontology**, London, V. 40, p. 135-147, 1997.

GILMORE, G. W. A new coelurosaurid dinosaur from the Belly River Cretaceous of Alberta. **Bulletin of Geological Survey of Canadá**, Ottawa, V. 38, p. 1-12, 1924.

GÓES, A. M. **A Formação Poti (Carbonífero Inferior) da Bacia do Parnaíba**. 1995. 171 p. Tese (Doutoramento). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

\_\_\_\_\_, A. M.; COIMBRA, A.M. As bacias sedimentares da província sedimentar do Meio-Norte. *In*: Simpósio de Geologia da Amazônia, 5, 1996, Belém. **Resumos Expandidos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, p.186-187, 1996.

\_\_\_\_\_, A. M.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da PETROBRÁS**, Rio de Janeiro, V. 8, p. 57-67, 1994.

\_\_\_\_\_, A. M.; ROSSETTI, D. F. Gênese da Bacia de São Luís-Grajaú, Meio Norte do Brasil. *In*: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, p. 15-29 (Coleção Friedrich Katzer).

\_\_\_\_\_, A. M.; ROSSETTI, D. F.; COIMBRA, A. M. A Bacia do Grajaú, Estado do Maranhão, Brasil. *In*: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 5, 1999, Serra Negra. **Resumos Expandidos...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 1999, p. 255-259.

GOMANI, E. M. Sauropod dinosaurs from the Early Cretaceous of Malawi, Africa. **Palaeontologia Electronica**. 2006. Disponível em <http://palaeo-electronica.org> . Acesso em: 22 Maio 2006.

HOLZ, M. Sequence stratigraphy as a tool for Vertebrate Taphonomy - an example from the late Cretaceous dinosaur taphocoenosis from São Luis Basin, Northern Brazil. *In*: Latinamerican Congress of Sedimentology, 3, 2003, Belém. **Abstracts...** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2003, p. 213-214.

\_\_\_\_\_, M.; MEDEIROS, M. A. A.; SCHULTZ, C. L. Tafocenoses de vertebrados formando resíduos transgressivos - o exemplo do sítio fossilífero "Laje do Coringa" do Neocretáceo da Bacia de São Luís no Norte do Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17, 2001, Rio Branco. **Boletim...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2001, p. 36.

HOLTZ JR., T. R. Denticle morphometrics and a possibly omnivorous feeding habit for the theropod dinosaur *Troodon*. **Gaia**, Lisboa, V. 15, p. 159-166, 1998.

\_\_\_\_\_, T. R. Spinosaurus as Crocodile Mimics. **Science**, Washington, V. 282, p. 1276-1277, 1998.

\_\_\_\_\_, T. R.; BRETT-SURMAN, M.K. The taxonomy and systematics of the dinosaurs. *In*: Farlow, J. O.; Brett-Surman (editors). **The Complete Dinosaur**. Belem: Indiana University Press, 1997, p. 96-106.

HORNER, J. R. Evidence of diphyletic origination of the hadrosaurian (Reptilia: Ornithischia) dinosaurs. *In*: Carpenter, K & Currie, P. J. (editores). **Dinosaur Systematics: Approaches and Perspectives**. New York: Cambridge University Press, 1990, p. 179-187.

HUENE, F. VON. Los Saurisquios y Ornithisquios Del Cretacico Argentino. **Annales del Museu de La Plata**, La Plata, V. 3, p. 1-196.

HURUM, J. H.; CURRIE, P. J. The crushing bite of tyrannosaurids. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 20, p. 619-621, 2000.

JACOBS, L. L.; WINKLER, D. A.; GOMANI, E. M. Cretaceous dinosaurs of África: examples from Cameroon and Malawi. **Memoirs of the Queensland Museum**, South Brisbane, V. 39, p. 595-610, 1996.

JOHNSTON, P. A. Growth rings in dinosaur teeth. **Nature**, New York, V. 287, p. 635-636, 1979.

JOUVE, S.; SCHWARZ, D. *Congosaurus bequaerti*, a Paleocene Dyrosaurid (Crocodyliformes; Mesoeucrocodylia) from Landana (Angola). **Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique**, Brussels, V. 74, p. 129-146, 2004.

KEAR, B. Q. Plesiosaur remains from Cretaceous high-latitude non-marine deposits in Southeastern Australia. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 26, p. 196-199, 2006.

KELLNER, A. W. A. Ocorrência de uma mandíbula de Pterosauria (*Brasileodactylus araripensis*, nov. gen.; nov. sp) na Formação Santana, Cretáceo da Chapada do Araripe, Ceará -Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984, p. 578-591.

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

\_\_\_\_\_, A. W. A. Theropod teeth from the Late Cretaceous Bauru Group near Peirópolis, Minas Gerais, Brazil. *In: Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 14, 1995, Uberaba. **Atas...** Uberaba: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1995, p. 66-67.

\_\_\_\_\_, A. W. A. **Pterossauros: os senhores dos céus do Brasil**. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2006, 175p.

\_\_\_\_\_, A.W. A.; CAMPOS, D. A. First Early Cretaceous theropod dinosaur from Brazil with comments on Spinosauridae. **Neus Jahrbuch für Geologie und Paläontologie**, Stuttgart, V. 199, p. 151-166, 1996.

\_\_\_\_\_, A. W. A.; MADER, B. J. Archosaur teeth from the Cretaceous of Morocco. **Journal of Paleontology**, Lincoln, V. 71, p. 525-527, 1997.

\_\_\_\_\_, A. W. A.; TOMIDA, Y. Description of a new species of Anhangueridae (Pterodactyloidea) with comments of the pterosaur fauna from the Santana Formation (Aptian-Albian), Northeastern Brazil. **National Science Museum Monographs**, Tokyo, V. 17, 138p., 2000.

KISCHLAT, E. E.; CARVALHO, I. S. A specimen of *Araripemys barretoii* Price (Chelonii, Pleurodira) from the Itapecuru Formation (Lower Cretaceous of Northeastern Brazil). *In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados*, 2, 2000, Rio de Janeiro. **Boletim...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000, p. 33.

KLEIN, V. C.; FERREIRA, C. S. Paleontologia e Estratigrafia de uma fácies estuarina da Formação Itapecuru, Estado do Maranhão. **Anais da Academia Brasileira Ciências**, Rio de Janeiro, V. 51, p. 523-533, 1979.

KOUTSOUKOS, E. A. M; DESTRO, N.; AZAMBUJA FILHO, N. C.; SPADINI, A. R. Upper Aptian-Lower Coniacian carbonate sequences in the Sergipe Basin, Northeastern Brazil. *In: J. A. Tonisimo, R. W. Scott e J. P. Masse (editores)*. **Cretaceous Carbonate Plataform**, Tulsa: AAPG, 1993, p. 127-144.

\_\_\_\_\_, E. A. M; MELO, M. R.; AZAMBUJA FILHO, N. C.; SPADINI, A. R. The upper Aptian-Albian succession of the Sergipe Basin, Brazil: an integrated paleoenvironmental assessment. **American Association Petroleum Geologists Bulletin**, Tulsa, V. 75, p. 479-498, 1991.

KURZANOV, S. M.; BANIKOV, A. F. A new sauropod from the Upper Cretaceous of Mongólia. **Paleonologicheskii Zhurnal**, Moscow, V. 2, p. 90-96, 1983.

LAPPARENT, A. F. Les dinosauriens du "Continental intercalaire" du Sahara central. **Mémoires de la Société Géologique de France**, Paris, V. 88A, p. 1-57, 1960.

LARSON, R. L.; LADD, J. W. Evidence for the opening of South Atlantic in the Early Cretaceous. **Nature**, New York, V. 246, p. 209-212, 1973.

LARSSON, H. C. E.; SIDOR, C. A. Unusual crocodyliform teeth from the Late Cretaceous (Cenomanian) of Southeastern Morocco. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 19, p. 398-401, 1999.

LEIDY, J. Notices of remains of extinct reptiles and fishes, discovered by Dr. F. Hayden in the Bad Lands of the Judith River, Nebraska Territory. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences**, Philadelphia, V. 8, p. 72-73, 1856.

LIMA, M. R. Palinologia da Formação Codó, Maranhão. **Boletim do Instituto de Geociências da USP**, São Paulo, V. 13, p. 116-128, 1982.

LIMA, R. D.; ROSSETTI, D. F. Depositional facies in Late Cretaceous - ? Early Tertiary deposits in Nortestern Maranhão State, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, V. 2, p. 237-244. 1999.

\_\_\_\_\_, R. D.; ROSSETTI, D. F. Análise faciológica e seqüencial de depósitos de delta de baía (Neo-Cretáceo), Leste da Bacia do Grajaú, MA. *In*: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, p. 151-174 (Coleção Friedrich Katzer).

LIMA FILHO, M.; VIANA, M. S. S.; MABESOONE, J. M. Tectonic and stratigraphic relationships between the afro-brazilian and Araripe-Potiguar depressions (NE - Brazil). *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, 1996, Salvador. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1996, p. 402-404.

LINE, S. R. P. Incremental markings of enamel in ectothermal vertebrates. **Archives of Oral Biology**, Oxford, V. 45, p. 363-368, 2000.

\_\_\_\_\_, S. R. P. Use of tooth enamel microstructure in the study of Dinosaur Paleobiology: Perspectives and Potentials. **Revista Brasileira de Paleontologia**, São Leopoldo, V. 4, p. 47-51, 2001.

LINGHAM-SOLIAR, T. Mosasaurs from the Upper Cretaceous of Niger. **Palaentology**, Berkeley, V. 34, p. 653-670, 1991.

\_\_\_\_\_, T. A new mosasaur *Pluridens walkeri* from the Upper Cretaceous, Maastrichtian of the Iullemeden Basin, Southwest Niger. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 18, p. 709-717, 1998.

LISBOA, M. A. R. The Permian Geology of Northern Brazil. **American Journal of Science**, New Haven, V. 37, p. 425-443, 1914.

MABESOONE, J. M.; VIANA, M. S. S.; LIMA FILHO, M. F. Sedimentary fill of the Araripe-Potiguar depression (NE Brazil). *In*: Congresso Internacional de Sedimentologia, 14, 1994, Recife. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geofísica, 1994, p. 46-48.

MAISEY, J. G. **Santana Fossils: An Illustrated Atlas**. Neptune: T.F.H. Publications, 1991, 459 p.

MAKOVICH, P.; APESTEGUÍA, S.; AGNOLÍN, F. L. The earliest dromaeosaurid theropod from South America. **Nature**, New York, V. 437, p. 1007-1011, 2005.

MARCONATO, L. P.; FRANCO-ROSAS, A. C.; ROSAS, C. F.; QUADROS, A. P. Elementos ósseos e dentários de amniotas do Morro do Cambambe, Chapada dos Guimarães, Mato Grosso. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17, 2001, Rio Branco. **Boletim...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2001, p. 141.

MARINHO, T. S.; GASPARINI, Z. B.; CARVALHO, I. S.; MEDEIROS, M. A. Plesiosauria teeth from Alcântara Formation (Cenomanian), Brazil. *In*: Jornadas Argentinas de Paleontologia de Vertebrados, 20, 2004, La Plata. **Libro de Resúmenes...** Museu de La Plata, 2004, p. 40-41.

MARTILL, D. M.; CRUICKSHANK, A.R.L.; FREY, E.; SMALL, P.G.; CLARK, M. A new crested maniraptoran dinosaur from the Santana Formation (Lower Cretaceous) of Brazil. **Journal of the Geological Society**, Boulder, V. 153, p. 5-8, 1996.

MASSARE, J. A. Tooth morphology and prey preference of Mesozoic marine reptiles. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 7, p. 121-137, 1987.

MATOS, R. M. D. Abertura do Atlântico Sul: riftes na margem Equatorial. *In*: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 7, 1999, Lençóis. **Resumos Expandidos...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1999, p. 64-66.

MAXWELL, W. D.; OSTROM, J. H. Taphonomy and paleobiological implications of *Tenontosaurus-Deinonychus* associations. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lincoln, V. 15, p. 707-712, 1995.

MCINTOSH, J. S. Sauropoda. *In*: Weishampel, D.; Dodson, P.; Osmolka, H. (editores). **The Dinosauria**. Berkeley: University of California Press, 1990a, p. 345-401.

MEDEIROS, M. A. **A Laje do Coringa (Ilha do Cajual, Bacia de São Luís, Baía de São Marcos, MA): conteúdo fossilífero, Bioestratigrafia, diagênese e implicações na Paleobiogeografia do meso-Cretáceo do Nordeste brasileiro**. 2001. 137 p. Tese (Doutoramento). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

\_\_\_\_\_, M. A. Ocorrência de um saltassaurino (Dinosauria, Titanosauridae) no Cenomaniano do Nordeste do Brasil. *In*: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 6, 2002, São Pedro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2002, p. 99-102.

\_\_\_\_\_, M. A. New evidence of *Spinosaurus* from the mid-Cretaceous of Northeastern Brazil. *In*: Latinamerican Congress of Sedimentology, 3, 2003, Belém. **Abstracts...** Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2003, p. 215.

\_\_\_\_\_, M. A. Spinosaurid teeth variation in Mid-Cretaceous Alcântara Formation, Maranhão State, Brazil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 19, 2005, Aracaju. **Boletim...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2005, arquivo digital.

\_\_\_\_\_, M. A.; AVILLA, L. S. Revisão sistemática dos dinossauros saurópodes da Formação Alcântara (Cenomaniano), Maranhão, Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 19, 2005, Aracaju. **Boletim...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2005, arquivo digital.

\_\_\_\_\_, M. A.; SCHULTZ, C. L. Uma paleocomunidade de vertebrados do Cretáceo médio, Bacia de São Luís. *In*: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, p. 209-221 (Coleção Friedrich Katzer).

\_\_\_\_\_, M. A.; SCHULTZ, C. L. A fauna dinossauriana da “Laje do Coringa”, Cretáceo Médio do Nordeste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**. Rio de Janeiro. V. 60, p. 155-162, 2002.

\_\_\_\_\_, M. A.; SCHULTZ, C. L. *Rebbachisaurus* (Sauropoda) na Formação Alcântara, Cenomaniano do Maranhão. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 18, 2003, Brasília. **Boletim...** Brasília: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2003, p. 70-71.



\_\_\_\_\_, M. A.; SCHULTZ, C. L. *Rayososaurus* (Sauropoda, Diplodocoidea) no meso-Cretáceo do Norte-Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Paleontologia**. São Leopoldo. V. 7, p. 275-279, 2004.

\_\_\_\_\_, M. A.; VILAS BÔAS, I. C. C. A. Laje do Coringa: uma paleocomunidade continental do Cenomaniano do Nordeste do Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 16, 1999, Crato. **Resumos...** Crato: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1999, p. 70-71.

MESNER, J. C.; WOOLDRIDGE, P. Estratigrafia das bacias paleozóica e cretácica do Maranhão. **Boletim Técnico da PETROBRAS**. Rio de Janeiro. V. 7, p. 137-164, 1964.

MICHARD, J. G.; BROIN, F.; BRUNET, M.; HELL, J. Le plus ancien crocodilien néosuchien spécialisé à caractères << eusuchiens >> du continent africain (Crétacé inférieur, Cameroun). **Bulletin of Société Géologique de France**. Paris. V. 311, p. 365-371, 1990.

MIRANDA, M. C. C.; ROSSETTI, D. F. Novas ocorrências de bivalves em depósitos albianos da Bacia de Grajaú, MA. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 19, 2005, Aracaju. **Boletim...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2005, arquivo digital.

MOLNAR, R. E.; FARLOW, J. O. Carnosaur paleobiology. *In*: Weishampel, D. B.; Dodson, P.; Osmolska, H. (editors). **The Dinosauria**. Berkeley: University of California Press, 1990, p. 210-224.

MORAES-SANTOS, H. M.; MELLO, C. C. S.; TOLEDO, P. M.; ROSSETTI, D. F. Ocorrência de Pleurodira na Formação Alcântara (Albiano-Cenomaniano), Bacia de São Luís-Grajaú, MA. *In*: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi (Coleção Friedrich Katzer), 2001, p. 235-244.

MIURA, K. Geologia da plataforma continental do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. **Relatório Interno da PETROBRÁS / DEXPRO / DIVEX**. Rio de Janeiro, 41 p., 1972.

NAVIA, J. M. **Animal Models in Dental Research**. Alabama: The University of Alabama Press, 1977, 466 p.

NOBRE, P. H. Osteologia pós-craniana de *Candidodon itapecuruense* (Crocodylomorpha, Mesoeucrocodylia) do Cretáceo do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. São Leopoldo. V. 7, p. 87-92, 2004.

\_\_\_\_\_, P. H.; CARVALHO, I. S. Osteologia do crânio de *Candidodon itapecuruense* (Crocodylomorpha, Mesoeucrocodylia) do Cretáceo do Brasil. *In: Simpósio do Cretáceo do Brasil*, 6, 2002, São Pedro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2002, p. 77-82.

\_\_\_\_\_, P. H.; MEDEIROS, M. A.; VASCONCELOS, F. M. Crocodylomorpha da Formação Itapecuru (Cretáceo Superior – Bacia de São Luís) na Laje do Coringa, Ilha do Cajual – MA. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 41, 2002, João Pessoa. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2002, p. 669.

NORELL, M.; MAKOVICKY, P. J. Dromaeosauridae. *In: Weishampel, D. B.; Dodson, P.; Osmolska, H. (editors). The Dinosauria (2<sup>a</sup> ed.)*. Berkeley: University of California Press, 2004, p. 196-209.

NOVAS, F. E. Dinosaur Monophyly. **Journal of Vertebrate Paleontology**. Lincoln. V. 16, p. 723-741, 1996.

\_\_\_\_\_, F. E.; POL, D. New evidence on deinonychosaurian dinosaurs from the Late Cretaceous of Patagônia. **Nature**. New York V. 433, p. 858-861, 2005.

\_\_\_\_\_, F. E.; VALAIS, S.; VICKERS-RICH, P.; RICH, T. A large Cretaceous theropod from Patagonia, Argentina, and the evolution of carcharodontosaurids. **Naturwissenschaften**. Heidelberg. V. 92, p. 226-230, 2005.

NOWINSKI, A. *Nemegtosaurus mongoliensis* n. gen., n. sp. (Sauropoda) from the uppermost Cretaceous of Mongolia. **Palaeontologia Polonica**. Warsaw. V. 25, p. 57-81, 1979.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro. 1988, 434p.

OJEDA, H. A. O. Structural framework, stratigraphy, and evolution of Brazilian marginal basins. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**. Tulsa. V. 66, p. 732-749, 1982.

OLIVEIRA, P. E. Sobre a idade do calcário de Ponta Grossa, Estado do Maranhão. **Relatório Interno do DNPM (Notas Preliminares e Estudos)**. V. 107, 7 p., 1958.

OSBORN, J. W. Three new Theropoda, *Protoceratops* zone, Central Mongolia. **American Museum Novitates**. New York. V. 144, p. 1-12, 1924.

PACHECO, J. A. Notas sobre a Geologia do vale do rio Grande a partir da foz do Rio Pardo até sua confluência com o Rio Paranaíba. **Exploração do Rio Grande e de seus**

**afluentes / Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo.** São Paulo, p. 33-38, 1913.

PAZ, J. D.; ROSSETTI, D. F. Análise faciológica da Formação Codó (Aptiano), borda Leste da Bacia do Grajaú, MA. *In:* Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú.** Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, p. 77-100 (Coleção Friedrich Katzer).

PEDRÃO, E. **Palinoestratigrafia e evolução paleoambiental de rochas sedimentares aptianas-cenomanianas das bacias de Bragança-Vizeu e São Luís (Margem Equatorial Brasileira).** **Dissertação de Mestrado.** 1995. 215 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

\_\_\_\_\_, E.; ARAI, A.; BARRILARI, I. M. R.; CARVALHO, I. S. Análise palinológica de uma amostra de superfície de Querru (Formação Itapecuru), Município de Itapecurú-Mirim (MA). **Relatório Interno PETROBRÁS / CENPES.** Rio de Janeiro, 26 p., 1993a.

\_\_\_\_\_, E.; ARAI, A.; CARVALHO, I. S.; FERREIRA, C. S. Palinomorfos de sedimentos albianos (Formação Itapecuru) da Bacia do Parnaíba. **Relatório Interno PETROBRÁS / CENPES.** Rio de Janeiro, 13 p., 1993b.

\_\_\_\_\_, E.; ARAI, A.; CARVALHO, I. S.; SANTOS, M. H. B. Palinomorfos da Formação Itapecuru: Análise palinológica de uma amostra de superfície da Ponta do Farol, São Luís (MA). **Relatório Interno PETROBRÁS / SEBIPE / CENPES.** Rio de Janeiro, 10 p., 1993c.

PEREIRA, A. A.; MEDEIROS, A. M. Novas ocorrências de peixes eo-cenomanianos do Maranhão. *In:* Congresso Brasileiro de Paleontologia, 18º, 2003, Brasília. **Boletim...** Brasília: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2003, p. 221-222.

PETRI, S. Cretaceous paleogeographic maps of Brasil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.** Amsterdam. V. 59, p. 117-168, 1987.

POL, D. New remains of *Sphagesaurus huenei* (Crocodylomorpha: Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology.** Lincoln. V. 23, p. 817-831, 2003.

PONTE, F. C.; ASMUS, H. E. The Brazilian marginal basins: current state of knowledge. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.** Rio de Janeiro. V. 48 (suplemento), p. 215-240, 1976.

POUGH, F. H. **A Vida dos Vertebrados.** São Paulo: Atheneu, 1999, 798 p.

PRASAD, G. V. R.; BROIN, F. L. Late Cretaceous crocodile remains from Naskal (India): comparisons and biogeographic affinities. **Annales de Paléontologie**. Elsevier. V. 88, p. 19-71, 2002.

PRICE, L. I. Sedimentos mesozóicos da Baía de São Marcos, Estado do Maranhão. **Notas Preliminares Estudos, Divisão Geologia do DNPM**. Rio de Janeiro, V. 40, p. 1-9, 1947.

\_\_\_\_\_, L. I. On a new crocodilian, *Sphagesaurus*, from the Cretaceous of the State of São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. V. 22, p. 77-85, 1950a.

\_\_\_\_\_, L. I. Restos de mosassauros de PE e considerações sobre a presença destes répteis na Bacia Amazônica do Brasil. **Notas Preliminares e Estudos da Divisão Geológica e Mineralógica**. Rio de Janeiro. V. 58, p. 1-15, 1953a.

\_\_\_\_\_, L. I. A presença de Pterosauria no Cretáceo Superior do Estado da Paraíba. **Notas Preliminares Estudos, Divisão Geologia do DNPM**. Rio de Janeiro, V. 71, p. 1-12, 1953b.

\_\_\_\_\_, L. I. A presença de *Globidens* no Cretáceo Superior do Brasil. **Boletim da Divisão Geológica e Mineralógica**. Rio de Janeiro. V. 169, p. 1-24, 1957.

\_\_\_\_\_, L. I. Sobre um crocodilídeo notossúquio do Cretáceo brasileiro. **Boletim do DNPM, Divisão de Geologia e Mineralogia**. Rio de Janeiro. V. 188, p. 1-55, 1959.

\_\_\_\_\_, L. I. Dentes de Theropoda num testemunho de sondagem no Estado do Amazonas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. V. 32, p. 79-84, 1960.

RAJA GABAGLIA, G. P.; FIGUEIREDO, A. M. F. Evolução dos conceitos acerca das classificações de bacias sedimentares. *In*: Gabaglia, G. P. R. & Milani, E. J. (editores). **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, 1990, p. 31-45.

RAMOS, M. I. F.; ROSSETTI, D. F.; PAZ, J. D. S. Ostracodes neoaptianos da porção Leste da Bacia de São Luís-Grajaú, MA, Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 19, 2005, Aracaju. **Boletim...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2005, arquivo digital.

RAUHUT, O. W. M. Dinosaur teeth from the Barremian of Uña, Province of Cuenca, Spain. **Cretaceous Research**. Oxford. V. 23, p. 255-263, 2002.

\_\_\_\_\_, O. W. M.; WERNER, C. First record of the Family Dromaeosauridae (Dinosauria: Theropoda) in the Cretaceous of Gondwana (Wadi Milk Formation,

Northern Sudan). **Neus Jahrbuch für Geologie und Paläontologie**. Stuttgart. V. 69, p. 475-489, 1995.

REZENDE, W. M.; PAMPLONA, H. R. P. Estudos do desenvolvimento do Arco Ferrer-Urbano Santos. **Boletim técnico da PETROBRÁS / CENPES**. Rio de Janeiro. V. 13, p. 5-14, 1970.

REYMENT, R. A.; DINGLE, R. V. O. Palaeogeography of Africa During the Cretaceous Period. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. Amsterdam. V. 59, p. 93-116, 1987.

\_\_\_\_\_, R. A.; TAIT, E. A. Biostratigraphical dating of the early history of the South Atlantic Ocean. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B – Biological Sciences**. London. V. 264, p. 55-95, 1972.

RIBEIRO, L. L.; MORAES-SANTOS, H. M.; MEDEIROS, M. A. Ocorrência de Theropoda do Grupo Itapecuru da localidade de Coroatá, Centro-Leste do Maranhão. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia**. São Leopoldo. V. 18, p. 50, 2003.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro. 2003, 542p.

RIFF, D.; KELLNER, A. W. A. On the dentition of *Baurusuchus pachecoi* Price (Crocodyliformes, Metasuchia), from the Upper Cretaceous of Brazil. **Boletim do Museu Nacional**. Rio de Janeiro. V. 59, p. 1-15, 2001.

RODRIGUES, T. L. D. N.; LOVATO, O. G.; CAYE, B. R. Contribuição à Estratigrafia da Folha São Luís (AS.23-Z-A)/MA. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, Natal, 1990. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990, p. 124-135.

ROGERS, K. C.; FORSTER, C. A. The skull of *Rapetosaurus krausei* (Sauropoda: Titanosauria) from the Late Cretaceous of Madagascar. **Journal of Vertebrate Paleontology**. Lincoln. V. 24, p. 121-144, 2004.

ROMER, A. S. **Osteology of Reptiles**. Chicago: The University of Chicago Press, 1956, 772 p.

\_\_\_\_\_, A. S. **Vertebrate Paleontology**. Chicago: The University of Chicago Press, 1966, 468 p.

\_\_\_\_\_, A. S.; PARSONS, T. S. Anatomia Comparada dos Vertebrados. São Paulo: Atheneu Editora (tradução), 1985, 559 p.

ROSSETTI, D. F. Sequence stratigraphy of two estuarine valley fills: the Upper Itapecuru Formation in the São Luís Basin, Northern Brazil. **Acta Geologica Leopoldensia**. São Leopoldo. V. 43, p. 111-126, 1996.

\_\_\_\_\_, D. F. Internal architecture of mixed tide and storm-influenced deposits: an example from the Alcântara Formation, Northern Brazil. **Sedimentary Geology**. Exeter. V. 114, p. 163-188, 1997a.

\_\_\_\_\_, D. F. Facies architecture and sequential evolution of incised-valley estuarine fills: the Upper Itapecuru Formation (São Luís Basin), Northern Brazil. **Journal of Sedimentary Research**. Boulder. V. 68, p. 299-310, 1998.

\_\_\_\_\_, D. F. Influence of low amplitude/high frequency relative sea-level changes in a wave-dominated estuary (Miocene), São Luís Basin, Northern Brazil. **Sedimentary Geology**. Exeter. V. 133, p. 295-324. 2000.

\_\_\_\_\_, D. F. Arquitetura deposicional da Bacia de São Luís-Grajaú. *In*: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001a, p. 31-46 (Coleção Friedrich Katzer).

\_\_\_\_\_, D. F. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia de São Luís-Grajaú. **Fundação Paleontológica Phoenix**, 2003. Disponível em [http://www.phoenix.org.br/Phoenix58\\_Out03.htm](http://www.phoenix.org.br/Phoenix58_Out03.htm). Acesso em: 29 Março 2005.

\_\_\_\_\_, D. F. & GÓES, A. M. Caracterização paleoambiental de depósitos albianos na borda Sul da Bacia de São Luís-Grajaú: modelo de delta fluvial influenciado por tempestade. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo. V. 33, p. 299-312, 2003.

\_\_\_\_\_, D. F.; GÓES, A. M.; ARAI, M. A passagem do Aptiano-Albiano na Bacia do Grajaú, Maranhão. *In*: Rossetti, D. F.; Góes, A. M.; Truckenbrodt, W. (editores). **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001b, p. 47-67 (Coleção Friedrich Katzer).

\_\_\_\_\_, D. F.; SANTOS, H. M. M.; TOLEDO, P. M.; LEITE, A. S. Origem de horizontes fossilíferos em depósitos eo/mesoalbianos na Região de Coroatá, MA. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17º, Rio Branco, 2001. **Resumos...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2001c, p. 51.

\_\_\_\_\_, D. F.; TRUCKENBRODT, W. Revisão estratigráfica para os depósitos do Albiano - Terciário Inferior (?) na Bacia de São Luís (MA), Norte do Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Série Ciências da Terra)**. Belém. V. 9, p. 29-41, 1997.

ROXO, M. G. O. Pequenos guias da coleção de Paleontologia do Museu Nacional (Reptis) II – Crocodilianos. **Museu Nacional**. Rio de Janeiro. p. 1-25, 1929.

\_\_\_\_\_, M. G. O. On a new species of fossil Crocodilia from Brazil, *Goniopholis paulistanus* sp. n. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. V. 8, p. 33-38, 1935a.

\_\_\_\_\_, M. G. O. Revalidação de *Thoracosaurus bahiensis* e considerações sobre a idade da Série Bahia. **Arquivos do Museu Nacional**. Rio de Janeiro. V. 12, p. 59-72, 1935b.

RUSSELL, D. A. Systematics and morphology of American mosasaurs (Reptilia, Sauria). **Bulletin of Peabody Museum of Natural History**. New Haven. V. 23, p. 1-237, 1967.

\_\_\_\_\_, D. A. Isolated dinosaur bones from the middle Cretaceous of the Tafilalet, Morocco. **Bulletin du Muséum National de Histoire Naturelle**. Paris. V. 18, p. 349-402, 1996.

SANDER, M. The microstructure of Reptilian tooth enamel: Terminology, Function and Phylogeny. **Münchener Geowissenschaftlichen Abhandlungen**. München. V. 38, p. 1-102, 1999.

SANTUCCI, R. M. **Revisão dos Titanosauridae (Saurischia, Sauropoda) do Cretáceo Superior Continental da Bacia de Bauru**. 2002. 170 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

\_\_\_\_\_, R. M. **Evolução e distribuição paleogeográfica dos Titanosauria (Saurischia, Sauropoda)**. 2005. 231 p. Tese (Doutoramento). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

SCLATER, J. G.; HELLINGER, S.; TAPSCOTT, C. The paleobathymetry of the Atlantic Ocean from the Jurassic to the present. **The Journal of Geology**. Chicago. V. 85, p. 509-552, 1977.

SERENO, P. C. Basal Archosaurs: phylogenetic relationships and functional implications. **Society of Vertebrate Paleontology Memoir 2 / Journal of Vertebrate Paleontology**. Lincoln. V. 11 (Supplement), 53 p, 1991.

\_\_\_\_\_, P.C.; BECK, A.L.; DUTHEIL, D.B.; GADO, B.; LARSSON, H.C.E.; LYON, G.H.; MARCOT, J.D.; RAUHUT, O.W.M.; SADLEIR, R.W.; SIDOR, C. A.; VARRICHIO, D.D.; WILSON, G.P.; WILSON, J.A. A long snouted predatory dinosaur from Africa and the evolution of spinosaurids. **Science**. Washington. V. 282 , p. 298-302, 1998.

\_\_\_\_\_, P. C.; DUTHEIL, D. B.; IAROCHE, M.; LARSSON, H. C. E.; LYON, G. H.; MAGWENE, P. M.; SIDOR, C. A.; VARRICCHIO, D. J.; WILSON, J. A. Predatory dinosaurs from the Sahara and Late Cretaceous faunal differentiation. **Science**. Washington. V. 272, p. 966-991, 1996.

\_\_\_\_\_, P. C.; LARSSON, H. C. E.; SIDOR, C. A.; GADO, B. The Giant Crocodyliform *Sarcosuchus* from the Cretaceous of Africa. **Science**. Washington. V. 294, p. 1516-1519, 2001.

\_\_\_\_\_, P. C.; SIDOR, C. A.; LARSSON, H. C. E.; GADO, B. A new notosuchian from the early Cretaceous of Níger. **Journal of Vertebrate Paleontology**. Lincoln. V. 23, p. 477-482, 2003.

SIGOGNEAU-RUSSEL, D. Two possibly aquatic triconodont mammals from the Early Cretaceous of Morocco. **Acta Palaeontologica Polonica**. Warsaw. V. 40, p. 149-162, 1995.

SILVA, H. P. & KELLNER, A. W. A. Novos dentes de Theropoda do Cretáceo continental do Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 1, Porto Alegre, 1998. **Boletim...** Porto Alegre: ILEA, 1998, p. 21.

SILVA, M. A. M. & MEDEIROS, A. M. Ocorrência de *Tribodus* no eo-Cenomaniano do Maranhão. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 18º, 2003, Brasília. **Boletim...** Brasília: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2003, p. 276-277.

SILVA SANTOS, R. Peixes cretáceos do Maranhão, Brasil. In: Congresso Pan-Americano de Engenharia de Minas e Geologia, 2, 1945. **(não-publicado)**.

\_\_\_\_\_, R. Uma descrição de *Dastilbe elongatus* com algumas considerações sobre o gênero *Dastilbe*. **Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional da Produção Mineral**. Rio de Janeiro. V. 42, p. 1-7, 1947.

\_\_\_\_\_, R. A paleoictiofauna da Formação Codó. **Anais da Academia Brasileira de Ciências (Resumo de Comunicação)**. Rio de Janeiro. V. 46, p. 270, 1974.

\_\_\_\_\_, R. Clupeiformes e Gonorhynchiformes do Cretáceo Inferior (Aptiano) da Formação Cabo, Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. V. 62, p. 261-268, 1990.

\_\_\_\_\_, R. Ictiofauna da Formação Codo, Cretáceo Inferior, com a descrição de um novo táxon - *Codoichytys carnivalii* (Pisces-Teleostei). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, 1994, Salvador. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1994, p.132-143.



SLEEP, N. H. Thermal effects of the formation of Atlantic continental margins by continental breakup. **Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society**. Oxford. V. 24, p. 325-350, 1971.

SMITH, J. B. On a small predatory dinosaur from the Late Cretaceous of Egypt. *In*: Annual Meeting of Geological Society of America, 2001, Boston. **Proceedings...** Boulder: Geological Society of America, 2001, Disponível em <http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/> Acesso em: 07 Abril 2005.

\_\_\_\_\_, J. B.; DODSON, P. A proposal for a standard terminology of anatomical orientation in fossil vertebrate dentitions. **Journal of Vertebrate Paleontology**. Lincoln. V. 23, p. 1-12, 2003.

\_\_\_\_\_, J. B.; LAMANNA, M. C.; LACOVARA, K. J.; DODSON, P.; SMITH, J. R.; POOLE, J. C.; GIEGENGACK, R.; ATTIA, Y. A giant sauropod dinosaur from an Upper Cretaceous mangrove deposit in Egypt. **Science**. Washington. V. 292, p. 1704-1706, 2001.

\_\_\_\_\_, J. B.; LAMANNA, M. C.; MAYR, H.; LACOVARA, K. J. New information regarding the holotype of *Spinosaurus aegyptiacus*, Stromer, 1915. **Journal of Paleontology**. Lancaster. V. 80, p. 400-406, 2006.

SOUSA, E. P. **Os dipnoiformes da Formação Alcântara (Albo-Cenomaniano), Ilha do Cajual, Maranhão**. 2006. 103 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

\_\_\_\_\_, E. P., MEDEIROS, M. A., BERTINI, R. J., PEREIRA, A. A.; TOLEDO, C.E.V. Ocorrência inédita de picnodontiformes para a Laje do Coringa, Ilha do Cajual (Formação Alcântara), eo-Cenomaniano do Estado do Maranhão. *In*: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 4, 2004, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2004, p. 67-68.

\_\_\_\_\_, E. P.; TOLEDO, C. E. V.; MEDEIROS, M. A. Novas ocorrências de dipnóicos no Cretáceo médio da Ilha do Cajual, Estado do Maranhão. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 18º, 2003, Brasília. **Boletim...** Brasília: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2003, p. 276-277.

\_\_\_\_\_, E. P.; TOLEDO, C. E. V.; BERTINI, R. J.; MEDEIROS, M. A. A new morphotype of Ceratodontidae (Dipnoiformes) from the Cretaceous deposits of the Coringa Flagstone, Cajual Island, Maranhão State, North/Northeastern Brasil. *In*: Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, 2, 2005, Rio de Janeiro. **Boletim...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005, p. 252-253.

SOUSA-LIMA, W & HAMSI JUNIOR, G. P. Bacias sedimentares brasileiras: bacias da margem continental. **Fundação Paleontológica Phoenix**, 2003. Disponível em ([http://www.phoenix.org.br/Phoenix50\\_Fev03.html](http://www.phoenix.org.br/Phoenix50_Fev03.html)). Acesso em: 20 Março 2005.

SOUTO, P. F. R.; MEDEIROS, M. A.; CARVALHO, I. S. Coprólitos da Laje do Coringa, Ilha do Cajual/Maranhão, Formação Itapecuru (Bacia de São Luís, Cretáceo Superior). *In: Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 17º, Rio Branco, 2001. **Resumos...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2001, p. 20.

STEVENS, K. A.; PARRISH, J. M. Neck posture and feeding habits of two Jurassic sauropod dinosaurs. *Science*. Washington. V. 284, p. 798-800, 1999.

STORRS, G. W.; TAYLOR, M. A. Cranial anatomy of a new plesiosaur genus from the lowermost Lias (Rhaetian/Hettangian) of Street, Somerset, England. *Journal of Vertebrate Paleontology*. Lincoln. V. 16, p. 403-420, 1996.

STROMER, E. Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. II – Wirbeltier-Reste der Baharije-Stufe (Unterstes Cenoman). 3- Das Original des Theropoden *Spinosaurus aegypticus* nov. gen., nov. spec. **Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften**. München. V. 8, p. 1-32, 1915.

\_\_\_\_\_, E. Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. II – Wirbeltier-Reste der Baharije-Stufe (Unterstes Cenoman). 10- Ein Skellet-Rest von *Carcharodontosaurus* nov. gen. **Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften**. München. V. 9, p. 1-23, 1931.

\_\_\_\_\_, E. Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. II – Wirbeltier-Reste der Baharije-Stufe (Unterstes Cenoman). 11- Sauropoda. **Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften**. München. V. 10, p. 1-21, 1932.

\_\_\_\_\_, E. Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. II – Wirbeltier-Reste der Baharije-Stufe (Unterstes Cenoman). 13- Dinosauria. **Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften**. München. V. 22, p. 1-79, 1934.

SUES, H. D.; FREY, E.; MARTILL, D.M.; SCOTT, D.M. *Irritator challengeri*, a spinosaurid (Dinosauria: Theropoda) from the lower Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*. Lincoln. V. 22, p. 535-547, 2002.

SWEETMAN, S. C. The first record of velociraptorine dinosaurs (Saurischia, Theropoda) from the Wealden (Early Cretaceous, Barremian) of Southern England. **Cretaceous Research**. Oxford. V. 25, p. 353-364, 2004.

SZATMARI, P.; FRANÇOLIN, J. B. L.; ZANOTTO, O.; WOLFF, S. Evolução tectônica da margem Equatorial brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo. V. 17, p.180-188, 1987.

TAQUET, P. The Aptian fossil locality of Gadoufaoua in the Republic of Niger. **National Geographic Society Reports**. Washington. V. 14, p. 649-653, 1982.

\_\_\_\_\_, P.; RUSSEL, D.A. New data on spinosaurid dinosaurs from the Early Cretaceous of the Sahara. **Comptes Rendus de l'Academie des Sciences**. Paris. V. 327, p. 347-353, 1998.

TOLEDO, C. E. V.; BERTINI, R. J.; SOUSA, E. P.; MEDEIROS, M. A. First occurrence of *Protopterus humei* (Dipnoiformes) in South America. *In*: Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, 2, 2005, Rio de Janeiro. **Boletim...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005, p. 262-263.

TORII, S. Origin of enamel prisms and Hunter-Schreger bands in reptilian enamel. **Connective Tissue Research**. Delaware. V. 38, p. 45-51, 1998.

UPCHURCH, P.; HUNN, C. A.; NORMAN, D. B. An analysis of dinosaurian biogeography: evidence for the existence of vicariance and dispersal patterns caused by geological events. **Proceedings of the Royal Society of London**. London. V. 269, p. 613-621, 2002.

VASCONCELOS, F. M. & NOBRE, P. H. Análise comparativa da dentição de Crocodylomorpha (Notosuchia) do Cretáceo. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17º, Rio Branco, 2001. **Resumos...** Rio Branco: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2001, p. 148.

VAN VALKENBURG, B. Canine tooth strength and killing behaviour in large carnivores. **Journal of Zoology**. London. V. 212, p. 379-397, 1897.

VELDMEIJER, A. J. **Toothed pterosaurs from the Santana Formation (Cretaceous; Aptian-Albian) of northeastern Brazil. A reappraisal on the basis of newly described material**. Munich: Proefschrift Universiteit Utrecht, 268 p., 2006.

VIANA, C. F. Evolução paleoambiental eocretácea nas bacias marginais do Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 34, 1986, Goiânia. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1986, p. 1-7.

VICALVI, M. A. & CARVALHO, I. S. Carófitas cretácicas da Bacia do Parnaíba (Formação Itapecuru), Estado do Maranhão, Brasil. *In*: Simpósio do Cretáceo do Brasil, 6, 2002, São Pedro. **Boletim...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2002, p. 83-88.

\_\_\_\_\_, M. A.; FERREIRA, C. S.; CARVALHO, I. S.; ANJOS, S. M. Fragmentos de ovos de dinossauros na Formação Itapecuru, Maranhão: uma discussão. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. V. 65, p. 218, 1993.

VICKERS-RICH, P.; RICH, T. H.; LANUS, D. R.; RICH, L. S. V.; VACCA, R. "Big Tooth" from the Early Cretaceous of Chubut Province, Patagônia: a possible carcharodontosaurid. *In: Gondwanan Dinosaur Symposium, 2, 1999, Tokyo. Proceedings...* Tokyo: National Science Museum, 1999, p. 85-88.

VILAS BÔAS, I. C. C. **Dentes de terópodes e associação fossilífera da Praia da Baronesa, Alcântara – MA (Formação Itapecuru, Bacia de São Luís)**. 1999. 60 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

\_\_\_\_\_, I. C. C.; CARVALHO, I. S. Mosasaurios de la Formación Itapecuru (Cretácico Superior), Playa de la Baronesa, Alcântara (Estado de Maranhão), Brasil. **Ameghiana**. La Plata. V. 36, p. 24 R, 1999.

\_\_\_\_\_, I. C. C.; CARVALHO, I. S. Répteis marinhos (Mosasauria e Plesiosauria) do Cretáceo Superior da Bacia de São Luís (Maranhão, Brasil). **Anuário do Instituto de Geociências**. Rio de Janeiro. V. 20, p. 241-251, 1997.

\_\_\_\_\_, I. C. C.; CARVALHO, I. S.; MEDEIROS, M. A.; PONTES, H. Dentes de *Carcharodontosaurus* (Dinosauria: Tyrannosauridae) do Cenomaniano, Bacia de São Luís (Norte do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro. V. 71, p. 846-847, 1999.

WELLNHOFER, P. Neue Pterosaurier aus der Santana-Formation (Apt) der Chapada do Araripe, Brasilien. **Palaontographica**. Stuttgart. V.187, p. 105-182, 1985.

\_\_\_\_\_, P. New crested pterosaurs from the Lower Cretaceous of Brazil. **Mitteilungen der Bayerischen Statssammlung fur Paleontologie und historische Geologie**. Munchen. V. 27, p. 175-186, 1987.

\_\_\_\_\_, P.; BUFFETAUT, E. Pterosaur remains from the Cretaceous of Morocco. **Paläontologische Zeitschrift**. Stuttgart. V. 73, p. 133-142, 1999.

WILLINSTON, S. W. **Water Reptiles of the Past and Present**. Landisville: Arment Biological Press, 2000, 156 p.

WILSON, J. A.; CARRANO, M. T. Titanosaurs and the origim of "wide-gauge" trackways: a biomechanical and systematic perspective on sauropodo locomotion. **Paleobiology**. New York. V. 25, p. 252-267, 1999.

WOODWARD, A. S. On a tooth of Triassic dinosaur from São Paulo, Brazil. **7th Report of Assoc. Adv. Sci**. Winipeg. V. 5, p. 483, 1910.