



Universidade Estadual Paulista
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus Rio Claro

**ASSOCIAÇÕES DE OVOS DE CROCIDILOMORFOS DA FORMAÇÃO
ADAMANTINA, GRUPO BAURU, CRETÁCEO SUPERIOR, NA REGIÃO DE
JALES – SP**

Carlos Eduardo Maia de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim
Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo Miloni Santucci

Tese de Doutorado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em
Geologia Regional para a obtenção
de título de Doutor em Geologia
Regional.

Rio Claro (SP)

2008

560 Oliveira, Carlos Eduardo Maia de
O48a Associações de ovos de crocodylomorfos da formação
Adamantina, grupo Bauru, cretáceo superior, na região de
Jales – SP / Carlos Eduardo Maia de Oliveira. – Rio Claro :
[s.n.], 2008
99 f. : il., tabs., figs., fots., mapas

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Paulo Milton Barbosa Landim

1. Paleontologia. 2. Baurusuchus sp. 3. Bacia Bauru. 4.
Biologia reprodutiva. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI – Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

“Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre os ombros de gigantes”

Isaac Newton

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus por ter me proporcionado forças para prosseguir firme em meus propósitos em mais um desafio que surgiu em minha vida.

Agradeço aos meus familiares, em especial ao meu pai (Cristovão Souza de Oliveira) e minha mãe (Zely Maia de Oliveira), que rezaram muito por mim, desejosos de que eu superasse alguns obstáculos que surgiram em meu caminho, além de minha esposa (Ianne de Brito Pozza Oliveira), que sofreu junto comigo em algumas ocasiões, mas que também me acalmou e me dispendiou muita atenção, aliviando a minha inquietude por justiça; também agradeço a minha irmã (Ana Cristina Maia de Oliveira) que torce por mim.

Dedico esse trabalho a três pessoas formidáveis, a quem agradeço a Deus, mais uma vez, por tê-los colocado em meu caminho, são aquelas pessoas que, fazem valer a pena acreditar na verdadeira amizade, são elas o saudoso Professor Vicente José Fulfaro, que considero um segundo pai, e meus grandes amigos, Rodrigo Miloni Santucci e Marco Brandalise de Andrade, que os considero como meus legítimos irmãos.

Ao Prof. Fulfaro (*in memoriam*) tenho um sentimento imenso de gratidão, pois, através de seu senso de justiça, aceitou me orientar neste trabalho, proporcionando-me um estímulo a mais para trabalhar com esmero na conclusão de minha tese.

Ao meu co-orientador Rodrigo Miloni Santucci que, através de sua enorme competência de pesquisador, colaborou de maneira fundamental para realização deste trabalho. Agradeço o meu co-orientador não somente por esse trabalho, mas também por me ensinar muito sobre os detalhes da pesquisa paleontológica. Devo muito a minha formação de pesquisador nessa área a esse formidável profissional, que tenho certeza, ainda colaborará muito para o avanço das pesquisas em Paleontologia de Vertebrados.

Ao meu caro amigo Marco Brandalise de Andrade que, com sua imensa capacidade de antever os obstáculos, teve também papel fundamental na realização deste trabalho, além de me ajudar muito no desenvolvimento de artigos científicos extraídos dessa tese. Tenho muito orgulho de fazer parte de uma equipe de pesquisadores formada por esses dois fantásticos profissionais: Marco Brandalise e Rodrigo Santucci.

Agradeço ao Prof. Paulo Milton Barbosa Landim por aceitar o convite de ser meu orientador no final de meu trabalho, após a partida de nosso amigo - o Prof. Fulfaro.

Agradeço muito aos meus ex-alunos, Héilton Aparecido Sitton, Fábio Magri e David Guidotti, por me ajudar a coletar os fósseis no campo e a prepará-los no laboratório da FEF; também estendo meus agradecimentos aos amigos Anísio Vilela, Rafael Barrientos e Rafael Vilela pela ajuda e pelas boas idéias relativas as técnicas de coleta de fósseis.

Ao Rafael Miloni Santucci, por me enviar algumas referências bibliográficas e por me ajudar na preparação das lâminas para MLP (microscopia de luz polarizada).

Sou muito grato ao amigo Luis Gustavo de Oliveira que, através de seus conselhos e ajuda em um momento específico dessa minha caminhada, ajudou-me a vencer um pequeno obstáculo. Agradeço também a esse amigo e a sua esposa por terem me acolhido com muita hospitalidade em sua casa em algumas oportunidades.

Ao amigo e artista Felipe Alves Elias pela disponibilização de algumas imagens de crocodilomorfos presentes neste trabalho.

Ao amigo Rodrigo Neregato ("Salsicha"), que em algumas ocasiões, recebeu-me em sua república com muita hospitalidade.

A Prof^a Lílian Madi Ravazzi (Unesp de São José do Rio Preto) por me ajudar na preparação das lâminas para MEV (microscopia eletrônica de varredura) e obtenção de respectivas imagens.

A Prof^a Alba Regina de Abreu Lima, Professor José Alberto Basílio (Beco) e aos senhores Luiz Vilar de Siqueira e Anísio Barbuio, representantes da Fundação Educacional de Fernandópolis, pelo apoio institucional.

Agradeço ao Professor Amadeu Jesus Pessota pela revisão da ortografia e pelo incentivo ao meu trabalho.

Ao Professor Antônio Roberto Saad por me indicar algumas referências sobre o Grupo Bauru.

Ao Professor Mário Lincoln pelas suas valiosas sugestões ao meu trabalho.

Ao Professor Michael J. Benton, pela revisão de um artigo científico extraído deste trabalho.

Ao Professor Daniel Marcos Bonotto, por me indicar como orientador, em um momento oportuno, o Professor Fulfaro.

Ao Professor Norberto Morales, pela atenção e paciência em me ajudar em um momento difícil, que foi a perda do meu orientador – o Professor Fulfaro.

Sou grato pela confiança depositada pelo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) em meu trabalho, em especial a pessoa do Senhor Enzo Luis Nico Júnior (Chefe do 2º Distrito de São Paulo), que conferiu autorização à minha pessoa para coletar, transportar e depositar fósseis na Fundação Educacional de Fernandópolis.

Aos amigos Jerônimo Lopes e José Arnaldo Lopes por facilitarem o acesso ao local de coleta dos fósseis.

Ao senhor Antônio Carlos de Oliveira, engenheiro-chefe da SABESP de Fernandópolis-SP, pelo apoio técnico na coleta de alguns espécimes fósseis.

A todo o pessoal da Seção de Pós-Graduação e da Biblioteca que sempre me atenderam com muita paciência, educação e competência.

Resumo

A Formação Adamantina do Grupo Bauru, Cretáceo Superior, é muito rica em fósseis de vertebrados. Dentre estes fósseis, destacam-se os restos de crocodilomorfos, em especial os do gênero *Baurusuchus*. Neste trabalho, é relatado pela primeira vez um grande conjunto de associações de ovos e cascas de ovos de crocodilomorfos fósseis restrito em uma área relativamente pequena nesta unidade litológica na região de Jales – SP. Este conjunto de associações revela informações inéditas sobre a provável biologia reprodutiva de *Baurusuchus* sp que não puderam ser obtidas, até então, através da análise de materiais osteológicos. A análise da morfologia e da histoestrutura dos ovos revelou que a espessura da casca, as unidades básicas e o padrão e formato dos poros são diferentes de todos os outros ovos de crocodilomorfos fósseis já descritos na literatura. O estudo das associações de ovos sugere que: estas não foram construídas em nível de lençol freático e não sofreram transporte; que alguns ovos eclodiram; o gênero *Baurusuchus* provavelmente nidificava em grupo, construía ninhos principais e secundários e retornava ao mesmo local de nidificação periodicamente.

Palavras-chave: *Baurusuchus* sp; Ovos de crocodilomorfos fósseis; Grupo Bauru.

Abstract

The Adamantina Formation of the Bauru Group, Upper Cretaceous, is very rich in fossils of vertebrates. Amongst these fossils, remains of crocodylomorphs are highlighted, in special of the genus *Baurusuchus*. In this work, it is reported for the first time, a great set of egg clutches and eggshells of fossils crocodylomorphs, restricted to a relatively small area in this lithologic unit, in the region of Jales – SP. This set of clutches discloses new information on the probably reproductive biology of *Baurusuchus* sp which could not have been obtained, until now, through the analysis of osteological materials. The analysis of the morphology and the histostructure of eggs unearthed that the basic thickness of the eggshells, basic units and the pattern and shape of the pores are different of all other fossil crocodylomorph eggs previously described in the literature. The study of egg clutches suggest that: these clusters were not constructed above the water table and did not suffer transport; some eggs hatched; the *Baurusuchus* genus probably nested in group, constructed main and secondary nests and returned to the same nesting site periodically.

Keywords: *Baurusuchus* sp; Eggs of fossils crocodylomorphs; Bauru Group.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. GEOLOGIA REGIONAL DA BACIA BAURU.....	4
3.1. Divisão estratigráfica do Grupo Bauru.....	7
3.1.1. Formação Araçatuba.....	7
3.1.2. Formação Adamantina.....	8
3.1.3. Formação Marília.....	9
4. TRABALHOS PRÉVIOS.....	11
4.1. Baurussuquídeos da Bacia Bauru.....	11
4.2. Pesquisas de ovos fósseis no Brasil.....	18
4.3. Histórico de ocorrências de ovos de crocodilomorfos fósseis.....	21
5. CONTEXTO EVOLUTIVO DOS BAURUSSUQUÍDEOS.....	26
6. ASPECTOS DA REPRODUÇÃO DE CROCODIOMORFOS ATUAIS.....	31
7. ESTRUTURA GERAL DE OVOS DE CROCODIOMORFOS.....	40
7.1. Parassistemática dos espécimes.....	45
8. MATERIAIS E MÉTODOS.....	49
8.1. Materiais utilizados na pesquisa.....	49
8.2. Tratamento dos espécimes para MLP (Microscopia de Luz Polarizada) e MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura).....	52
9. DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS.....	55
9.1. Descrição dos ovos e cascas de ovos.....	55
9.2. Descrição das associações de ovos e cascas de ovos.....	63
10. COMPARAÇÃO E DISCUSSÃO.....	75
10.1. Ovos e cascas de ovos.....	75
10.2. Associações de ovos.....	78
11. CONCLUSÕES.....	86
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem de satélite com as ocorrências de associações de ovos e restos de <i>Baurusuchus</i>	2
Figura 2: Seção estratigráfica esquemática de subsuperfície dos grupos Caiuá e Bauru.....	5
Figura 3: Os grupos Caiuá e Bauru.....	6
Figura 4: Morfologia craniana de baurussuquídeos.....	12
Figura 5: Vista lateral direita de crânio e mandíbula de holótipo de <i>Baurusuchus pachecoi</i>	13
Figura 6: Concepção artística de <i>Baurusuchus</i> sp.....	14
Figura 7: A - Dente de baurussuquídeo (FEF – PV – 9/1); B – Dente de Theropoda (FEF – PV – 10/1).....	15
Figura 8: Concepção artística de <i>Stratiosuchus maxhecti</i>	16
Figura 9: Vista lateral esquerda do crânio de <i>Stratiosuchus maxhecti</i> (DGM 1477 – R).....	16
Figura 10: Espécime UFRJ – DG – 288 R, Formação Adamantina, General Salgado – SP. Esqueleto pós-craniano completo.....	17
Figura 11: Terminologia e relação entre unidades da casca de ovos avianos e crocodilomorfos.....	23
Figura 12: Concepção artística de <i>Mariliasuchus amarali</i>	25
Figura 13: Vista lateral direita de crânio de <i>Baurusuchus pachecoi</i>	26
Figura 14: Relações evolutivas dos crocodilomorfos basais	27
Figura 15: Relações evolutivas dos crocodilomorfos basais.....	28
Figura 16: Relações filogenéticas entre os metassúquios.....	29
Figura 17: Vista superior de crânio de <i>Baurusuchus</i> sp (FEF – PV – R – 1/9.....	30
Figura 18: Fêmea de <i>Crocodylus porosus</i> construindo seu ninho em restos de vegetação.....	33
Figura 19: Fêmea de <i>Crocodylus acutus</i> auxiliando os filhotes a saírem dos ovos.....	34
Figura 20: Cuidado parental em <i>Crocodylus palustris</i>	36
Figura 21: Eclosão de um ovo de crocodilomorfo.....	37

Figura 22: Seqüência de fotografias mostrando a eclosão de um ovo de <i>Alligator mississippiensis</i>	38
Figura 23: Diagrama do ovo amniótico.....	40
Figura 24: Seção delgada e paralela à superfície de ovo de garça mostrando poros, unidades da casca e associações de unidades da casca.....	41
Figura 25: Ovo <i>Caiman latirostris</i> (à esquerda) e de <i>Gallus sp</i> (à direita).....	42
Figura 26: Diagramas mostrando o desenvolvimento de crateras de erosão em cascas de ovos de <i>Alligator mississippiensis</i>	43
Figura 27: Histoestrutura de casca de ovo de crocodilomorfo.....	44
Figura 28: Coprólitos de crocodilomorfos coletados próximo às associações de ovos (FEF-I-10/1; FEF-I-10/2; FEF-I-10/3 e FEF-I-10/4).....	47
Figura 29: Classificação parataxonômica para ovos fósseis.....	48
Figura30: Vista geral do afloramento da Formação Adamantina onde foram descobertas as associações de ovos.....	49
Figura 31: Ovos incompletos e cascas de ovos de crocodilomorfos expostos na superfície do arenito.....	50
Figura 32: Amostras de cascas de ovos fósseis preparadas para a obtenção de imagens em MLP.....	52
Figura 33: Amostras de cascas de ovos de crocodilomorfos fósseis preparadas com o auxílio de uma lupa binocular – aumento em 20X.....	53
Figura 34: Cascas de ovos de crocodilomorfos fósseis preparadas para a obtenção de imagens em MEV.....	54
Figura 35: Mapa retratando a localidade onde as associações de ovos e cascas foram coletadas e duas seções estratigráficas dos afloramentos 1 e 2 presentes no referido local de coleta dos fósseis.....	56
Figura 36: Croqui de afloramento (figura 01 – seta branca) presente na localidade de coleta dos ovos e cascas.....	57
Figura 37: Seção estratigráfica do afloramento.....	57
Figura 38: Ovos fósseis de <i>Baurusuchus sp</i> provenientes da Formação Adamantina.....	59
Figura 39: Ovos fósseis de <i>Baurusuchus sp</i> provenientes da Formação Adamantina.....	62
Figura 40: Ovos fósseis de <i>Baurusuchus sp</i> provenientes da Formação Adamantina.....	63
Figura 41: Associação de ovos e cascas de ovos FEF – PV – 8/1.....	64

Figura 42: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/2.....	65
Figura 43: Associação de cascas de ovos FEF – PV – 8/3.....	66
Figura 44: Associação de cascas de ovos FEF – PV – 8/4.....	67
Figura 45: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/5.....	67
Figura 46: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/6.....	68
Figura 47: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/7.....	69
Figura 48: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/9.....	70
Figura 49: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/10.....	71
Figura 50: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/11.....	72
Figura 51: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/16.....	73
Figura 52: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/18.....	73
Figura 53: Associação de ovos e restos esqueléticos de <i>Baurusuchus</i> em um mesmo nível estratigráfico.....	78
Figura 54: Crânio de <i>Baurusuchus</i> sp (FEF – PV – R – 1/9) coletado nos afloramentos das associações de ovos e cascas de ovos.....	79
Figura 55: Mapa das associações de ovos na região de Auca Mahuevo e coluna estratigráfica mostrando os diversos níveis com associações de ovos.....	80
Figura 56: Distribuição irregular de ninhos de <i>Crocodylus niloticus</i> em uma pequena área.....	81
Figura 57: Percentual dos fragmentos de cascas de ovos de <i>Baurusuchus</i> de acordo com a sua orientação no sedimento (levando-se em consideração o percentual de fragmentos com orientação indeterminada).....	83
Figura 58: Percentual de fragmentos de cascas de ovos de <i>Baurusuchus</i> de acordo com a sua orientação no sedimento (excluindo-se os fragmentos com orientação indeterminada).....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados referentes a ninhos e ovos de crocodilomorfos.....	34
Tabela 2: Relação entre o número médio de ovos depositados por ninho e a idade da fêmea de <i>Alligator mississippiensis</i>	35
Tabela 3: Espessura da casca e tamanho de ovos de crocodilomorfos fósseis e modernos.....	61
Tabela 4: Número de ovos e orientação dos fragmentos das cascas de ovos das associações.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS

CPPLIP nº 630: registro catalográfico de holótipo do crocodilomorfo *Uberabasuchus terrificus* depositado no Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price, distrito de Peirópolis, município de Uberaba – MG.

DGM 299 R: registro catalográfico de holótipo do crocodilomorfo *Baurusuchus pachecoi* depositado na Divisão de Geologia e Mineralogia, no Departamento Mineral de Produção Mineral do Rio de Janeiro – RJ.

DGM 348 – R: registro catalográfico de ovo fóssil depositado na Divisão de Geologia e Mineralogia, no Departamento Mineral do Rio de Janeiro - RJ.

DGM 1477 – R: registro catalográfico de holótipo de *Stratiotosuchus maxhechti* depositado na Divisão de Geologia e Mineralogia, no Departamento Mineral de Produção Mineral do Rio de Janeiro – RJ.

FEF: Fundação Educacional de Fernandópolis.

FEF – PV – 9/1: registro catalográfico de dente de crocodilomorfo baurussuquídeo depositado no acervo de fósseis da Fundação Educacional de Fernandópolis.

FEF – PV – 10/1: registro catalográfico de dente de dinossauro Theropoda depositado no acervo de fósseis da Fundação Educacional de Fernandópolis.

FEF - I - 10/1, FEF - I - 10/2, FEF - I - 10/3 e FEF – I – 10/4: registro catalográfico de coprólitos depositados no acervo de fósseis da Fundação Educacional de Fernandópolis.

FEF – PV – 8/1, FEF – PV – 8/2, FEF – PV – 8/3, FEF – PV – 8/4, FEF – PV – 8/5, FEF – PV – 8/6, FEF – PV – 8/7, FEF – PV – 8/8, FEF – PV – 8/9, FEF – PV – 8/10, FEF – PV – 8/11, FEF – PV – 8/12, FEF – PV – 8/13, FEF – PV – 8/14, FEF – PV – 8/15, FEF – PV – 8/16, FEF – PV – 8/17 e FEF – PV – 8/18: registro catalográfico de associações de ovos e cascas de ovos de crocodilomorfos fósseis depositadas no acervo de fósseis da Fundação Educacional de Fernandópolis.

FEF – PV – R – 1/9: registro catalográfico de crânio de *Baurusuchus* depositado no acervo de fósseis da Fundação Educacional de Fernandópolis.

HEC: *Hirsch Eggshell Catalogue* (Catálogo Hirsch de cascas de ovos).

HEC-1: registro catalográfico de ovo de crocodilomorfo moderno *Crocodylus johnstoni* depositado na Coleção do Museu de História Natural do Instituto Smithsonian, Washington, D. C., Estados Unidos.

HEC 6: registro catalográfico de ovo de crocodilomorfo moderno *Crocodylus acutus* depositado na Coleção do Museu de História Natural do Instituto Smithsonian, Washington, D. C., Estados Unidos.

HEC 33: registro catalográfico de ovo de crocodilomorfo moderno *Alligator mississippiensis* depositado na Coleção do Museu de História Natural do Instituto Smithsonian, Washington, D. C., Estados Unidos.

HEC 128: registro catalográfico de ovo fóssil de crocodilomorfo depositado na Coleção do Museu de História Natural do Instituto Smithsonian, Washington, D. C., Estados Unidos.

HEC 174: registro catalográfico de ovo de crocodilomorfo moderno *Alligator mississippiensis* depositado na Coleção do Museu de História Natural do Instituto Smithsonian, Washington, D. C., Estados Unidos.

HEC 175: ovo de crocodilomorfo moderno *Crocodylus niloticus* depositado na Coleção do Museu de História Natural do Instituto Smithsonian, Washington, D. C., Estados Unidos.

HEC 411-1, HEC 411-2, HEC 411-4, HEC 413-1, HEC 413-6 E HEC 413-13: registros catalográficos de espécimes pertencentes à ooespécie *Krokolithes helleri* depositados no Museu Geiseltal da Universidade Martin Luther, Halle/Saale, Alemanha.

HEC 526: ovo de crocodilomorfo moderno *Crocodylus porosus* depositado na Coleção do Museu de História Natural do Instituto Smithsonian, Washington, D. C., Estados Unidos.

MEV: microscopia eletrônica de varredura.

MLP: microscopia de luz polarizada.

MPMA 62-0001-02: registro catalográfico de holótipo pertencente ao crocodilomorfo *Baurusuchus salgadoensis* depositado no Museu de Paleontologia de Monte Alto – SP.

SMU 74977: registro catalográfico de um ovo fóssil de crocodilomorfo depositado no Museu de Paleontologia da Universidade Metodista, Dallas, Estados Unidos.

TEB: tamanho estimado de um baurussuquídeo da Bacia Bauruç.

UCM 47523 A: registro catalográfico de holótipo pertencente à ooespécie *Krokolithes wilsoni* depositado no Museu da Universidade do Colorado, Estados Unidos.

UCM 47523 D: registro catalográfico de um espécime pertencente à ooespécie *Krokolithes wilsoni* depositado no Museu da Universidade do Colorado, Estados Unidos.

UFRJ – DG – 285 – R: registro catalográfico de falanges ungueais de baurussuquídeos depositadas na Coleção de Vertebrados Fósseis do Departamento de Geologia, Instituto de Geociências/UFRJ, Rio de Janeiro - RJ.

UFRJ – DG – 288 R: registro catalográfico de esqueleto pós-craniano de baurussuquídeo depositado na Coleção de Vertebrados Fósseis do Departamento de Geologia, Instituto de Geociências/UFRJ, Rio de Janeiro - RJ.

UFRJ – DG – 298 IcV: registro catalográfico de dois ovos fósseis de crocodilomorfos depositados na Coleção de Vertebrados Fósseis do Departamento de Geologia, Instituto de Geociências/UFRJ, Rio de Janeiro - RJ.

USNM 12597: registro catalográfico de ovo fóssil de crocodilomorfo depositado na Coleção do Museu de História Natural do Instituto Smithsonian, Washington, D. C., Estados Unidos.

Abreviatura dos ossos do crânio de *Stratiotosuchus maxhecti* (figura 9 – página 16).

exn – narinas externas.

n – nasal.

pm – pré-maxila.

m – maxila.

j – jugal.

l – lacrimal.

prf – pré-frontal.

or – órbita.

pot – pós-orbital.

ltf – fenestra temporal inferior.

sq – esquamosal.

qj – quadrado – jugal.

q – quadrado.

Abreviatura dos ossos do crânio e mandíbula de *Baurusuchus pachecoi* (figuras 13 – página 26).

Ar – articular (osso mandibular).

d – dentário.

f – frontal.

j – jugal .

l – lacrimal.

m – maxilar.

n – nasal.

Pal – palpebral.

Pm – pré-maxilar.

Po – pós-orbital.

Prf – pré-frontal.

Pt – pterigóide.

q – quadrado.

Qj – quadrado – jugal.

Sa – surangular (osso mandibular).

Sq – esquamosal.

1 - INTRODUÇÃO

Existem na literatura poucos registros de ovos fósseis de crocodilomorfos (HIRSCH, 1985; KOHRING, 1990; HIRSCH & KOHRING, 1992; KOHRING & HIRSCH, 1996; MAGALHÃES RIBEIRO *et al.*, 2006), e somente duas ooespécies do tipo básico crocodilóide foram formalmente estabelecidas até o momento, sendo que ambas pertencem ao gênero *Krokolithes*. Essas descobertas representam muito pouco, levando-se em consideração a ampla diversidade de espécies de crocodilomorfos cuja história evolutiva abrange desde o Triássico até os tempos atuais, distribuídos por quase todos os continentes, exceto Antártica (BUFFETAUT, 1979, 1982; MIKHAILOV *et al.*, 1996)

A raridade desses achados fósseis se deve a fatores relacionados à morfologia da casca dos ovos que, apesar de rígida, está sujeita ao processo de corrosão extrínseca devido à ação de ácidos metabólicos liberados por microrganismos presentes no ninho (FERGUSON, 1982), à sua pouca espessura e ao fato de seus componentes estruturais não estarem firmemente entrelaçados como em cascas de ovos de aves (HIRSCH & KOHRING, 1992).

As rochas do Grupo Bauru apresentam um dos maiores registros fossilíferos do Cretáceo Superior brasileiro, onde já foram descritos invertebrados, como moluscos (bivalves e gastrópodes), crustáceos (conchostráceos e ostracodes), vegetais (oogônios de carófitas e rizólitos) e vertebrados (peixes, anfíbios, testudinos, crocodilomorfos, dinossauros, aves e mamíferos). As ocorrências concentram-se principalmente nas regiões oeste e noroeste do Estado de São Paulo e Triângulo Mineiro (Estado de Minas Gerais), destacando-se as formações Adamantina e Marília (MEZZALIRA, 1989; BERTINI *et al.*, 1993; KELLNER & AZEVEDO, 1999; ALVARENGA & NAVA, 2005).

Dentre os vertebrados fósseis do Grupo Bauru, os crocodilomorfos se destacam pela variedade de espécies descritas, com pelo menos nove táxons conhecidos (PRICE, 1945, 1950, 1955; CARVALHO & BERTINI, 1999; CAMPOS *et al.*, 2001; CARVALHO *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2005; NOBRE & CARVALHO, 2006; CARVALHO *et al.*, 2007).

Apesar de existirem vários registros de materiais ósseos no Grupo Bauru, o registro de ovos e cascas de ovos de crocodilomorfos ainda é muito escasso.

As atividades de coleta nas proximidades da cidade de Jales, Estado de São Paulo, produziram uma grande quantidade de cascas de ovos, ovos e associações de ovos provenientes da Formação Adamantina e distribuídas numa área relativamente pequena (figura 1). Esses restos estão associados a vários elementos ósseos desarticulados e articulados de *Baurusuchus*.

Este trabalho descreve e compara esses ovos e cascas com outros do tipo básico crocodilóide disponíveis na literatura, estabelecendo parâmetros para caracterizá-los como uma nova forma de ovo de crocodilomorfo. Além da descrição dos ovos e fragmentos de cascas de ovos, as associações em si também são descritas e comparadas com ninhos de crocodilomorfos atuais e outras associações de ovos fósseis.



Figura 1: Imagem de satélite com as ocorrências de associações de ovos e restos de *Baurusuchus* (ec = associações de ovos; linha preta = delimitação dos afloramentos; seta branca = afloramento 1; triângulo laranja = esqueleto pós-craniano + crânio de *Baurusuchus*; elipse laranja = esqueleto pós-craniano de *Baurusuchus*).

Fonte: www.googleearth.com (acesso em 30 de julho de 2008).

2 - OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são: descrever e comparar os ovos e cascas de ovos com outras descrições presentes na literatura; descrever as associações de ovos em termos de tamanho e posição dos ovos, preservação, forma e padrão de orientação espacial das cascas; comparar as informações obtidas com os aspectos gerais de ninhos de crocodilos atuais; e relacionar aspectos gerais da biologia reprodutiva de crocodilos atuais com os dados encontrados nos ovos e cascas de ovos analisados neste trabalho.

3 - GEOLOGIA REGIONAL DA BACIA BAURU

O termo Bauru foi introduzido na literatura geológica por Gonzaga de Campos em 1905, após terem sido reconhecidos e descritos na região oeste do Estado de São Paulo arenitos durante a construção da estrada de ferro Noroeste do Brasil (SOARES *et al.*, 1980).

Soares *et al.* (1980) apresentaram uma divisão estratigráfica do Grupo Bauru que obteve uma ampla aceitação junto à comunidade geológica brasileira; nesta, o Grupo Bauru apresentou a seguinte subdivisão, da base para o topo, no estado de São Paulo: formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

Posteriormente, o Grupo Bauru sofreu uma nova subdivisão, na qual a Formação Caiuá foi elevada à categoria de Grupo no norte do estado do Paraná e no Pontal do Paranapanema. As formações pertencentes a este grupo são: Rio Paraná e Goio Erê; a Formação Santo Anastácio, por sua vez, foi associada ao Grupo Caiuá (FERNANDES, 1992).

Fulfaro e Barcelos (1991, 1993) apresentaram e reafirmaram o enunciado de que os depósitos da formação ou Grupo Caiuá, na realidade, pertenceriam a uma bacia deposicional prévia ao estabelecimento da Bacia Bauru e, portanto, mais antiga.

Fernandes (1998) apresentou uma nova proposta estratigráfica para o Grupo Bauru onde a alteração mais importante se refere à Formação Adamantina, que foi desmembrada nas formações Vale do Rio do Peixe, Presidente Prudente e São José do Rio Preto.

Fulfaro *et al.* (1999) ratificaram a proposta de distinção dos grupos Bauru e Caiuá em duas bacias distintas, discutindo a Formação Santo Anastácio, contestando o seu caráter litoestratigráfico de unidade transicional entre o Grupo Caiuá e Formação Adamantina do Grupo Bauru, redefinindo-a como um geossolo, na concepção de unidade aloestratigráfica. Portanto, o Geossolo Santo Anastácio representaria o topo, pedogeneticamente demarcado, da Bacia Caiuá, indicando, claramente, um importante hiato e evento intempérico na história geológica das coberturas cretáceas nessa parte do território sul-americano.

Este trabalho seguirá a proposta de Batezelli *et al.* (2003), com a seguinte divisão estratigráfica: Grupo Caiuá (composto pelas formações Goio Erê, Rio Paraná

Os limites atuais da Bacia Bauru (figura 3) são essencialmente erosivos e/ou tectônicos, delineados pela Antéclise de Rondonópolis, a noroeste; Soerguimento do Alto Paranaíba, a nordeste; alinhamentos do rio Moji Guaçú, São Carlos-Leme e Ibitinga-Botucatu, a leste; do rio Paranapanema, a sul e sudeste. A oeste, seu limite é difuso, dada a grande área dominada por depósitos de cobertura sedimentar aluvial de idade cenozóica. Os processos erosivos responsáveis pela atual configuração dos limites da Bacia Bauru estão relacionados ao evento de reestruturação tectônica terciária, marcados, em sua borda oriental, pelo levantamento da Serra do Mar e Soerguimento do Alto Paranaíba (BATEZELLI *et al.*, 2003).

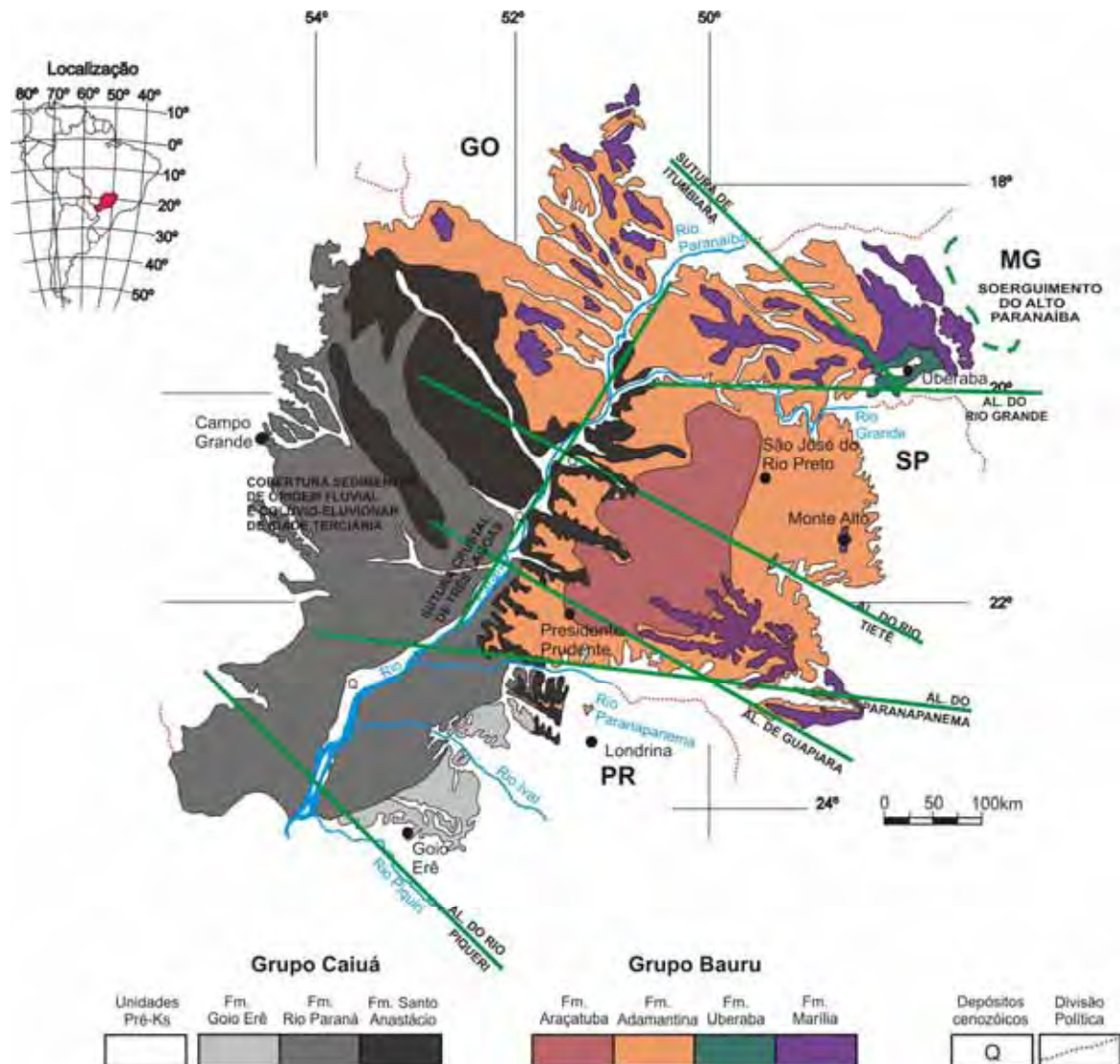


Figura 3: Os grupos Caiuá e Bauru. Fonte: modificado de Fernandes e Coimbra, (1996); Fernandes, (1998); Batezelli *et al.* (2003).

3.1 - Divisão estratigráfica do Grupo Bauru

Segue uma caracterização das formações que compõem o Grupo Bauru.

3.1.1 – Formação Araçatuba

Essa unidade é constituída por arenitos muito finos, siltosos e lamitos arenosos, de coloração cinza-esverdeada, geralmente maciços, por vezes apresentando estratificação plano-paralela, estratificação cruzada acanalada de pequeno porte e também sigmóides com características de ambiente lacustre (BATEZELLI *et al.*, 2003).

A presença de fósseis aquáticos (ostracodes e carófitas), associados aos moldes romboédricos de cristais salinos e cimentação carbonática, indicam corpo d'água perene, sob condição de clima árido a semi-árido (BATEZELLI *et al.*, 2003).

As melhores exposições das rochas da Formação Araçatuba são encontradas nos vales dos rios Tietê, Aguapeí ou Feio e Peixe (espessura média de 30 m), chegando, em subsuperfície, a 75 m. A ocorrência mais setentrional é registrada na região de Jales, onde a seção atinge 21 m de espessura (BATEZELLI *et al.*, 2003).

O contato basal da Formação Araçatuba é discordante tanto em relação aos basaltos da Formação Serra Geral quanto aos arenitos do Grupo Caiuá. Seus contatos, superior e lateral, ocorrem de forma gradual e interdigitada, respectivamente, com os arenitos finos a médios avermelhados, com estratificações cruzadas de pequeno a médio porte (fluviais) da Formação Adamantina, podendo localmente apresentar natureza erosiva (PAULA e SILVA *et al.*, 2003).

Do ponto de vista bioestratigráfico, a Formação Araçatuba é portadora de material micropaleontológico já mencionado (ostracodes e carófitas), o que permite posicioná-la no intervalo Turoniano-Santoniano (DIAS-BRITO *et al.*, 2001) ou Campaniano-Eomaastrichtiano (GOBBO-RODRIGUES *et al.*, 2000). Amostras para análises palinológicas foram coletadas em vários afloramentos da Formação Araçatuba e, resultados preliminares, indicam a presença de pólenes associados a Pteridófitas, cujo gênero é *Dictyophy* sp, datados do Albiano (BATEZELLI *et al.*, 2003).

3.1. 2 - Formação Adamantina

A principal característica litológica dessa unidade é a presença de bancos de arenitos de granulação fina a muito fina, róseos a castanhos, com estratificação cruzada, com espessuras variando entre 2 a 20 m, alternados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanho-avermelhada a cinza-castanha, maciços ou com acamamento plano-paralelo, freqüentemente com marcas onduladas, além da presença de conglomerados intraformacionais. A seção-tipo foi obtida a partir do levantamento de seções parciais entre Adamantina e Valparaíso na estrada de terra que liga essas duas cidades e ao sul de Adamantina, entre o Rio do Peixe e Caiabu (SOARES *et al.*, 1980).

A Formação Adamantina aflora de modo generalizado em praticamente toda a área de ocorrência do Grupo Bauru, estando recoberta apenas parcialmente pela Formação Marília no compartimento centro-oriental da bacia. Em subsuperfície, suas características litológicas são similares às observadas em afloramentos e foram descritas por Paula e Silva e Cavaguti (1994). Em perfurações de poços, esta unidade registrou maiores espessuras nas cidades de Mirassol (187 m), Catanduva (170 m) e Neves Paulista (150 m) (PAULA e SILVA *et al.*, 2003).

O contato inferior da Formação Adamantina é discordante com os basaltos da Formação Serra Geral e com a Formação Santo Anastácio, e concordante interdigitado, localmente erosivo, com a Formação Araçatuba. O contato superior é concordante interdigitado a abrupto com a Formação Marília (PAULA e SILVA *et al.*, 2003)

Na região do Triângulo Mineiro, por comparação com a evolução da Bacia de Santos e devido à contemporaneidade com rochas alcalinas da unidade subjacente, Soares e Landim (1975) atribuíram idade Santoniana (Cretáceo Superior) aos depósitos da Formação Adamantina.

As datações realizadas para essa unidade se restringem às áreas do Estado de São Paulo, onde foi possível estabelecer relações paleobiogeográficas e biocronoestratigráficas envolvendo a microbiota do oeste paulista, em especial carapaça de ostracodos, e de outros pontos da América do Sul e da África (DIAS - BRITO *et al.*, 1998, 2001; GOBBO – RODRIGUES, 2001).

Esta unidade é ricamente fossilífera, apresentando restos de moluscos diversos, ostracodes e conchostráceos, peixes, testudinos, crocodilomorfos, maniraptoriformes e sauropodomorfos (MEZZALIRA, 1989; BERTINI *et al.*, 1993; KELLNER & AZEVEDO, 1999).

3.1.3 - Formação Marília

Os sedimentos da Formação Marília distribuem-se de forma descontínua pelos estados de São Paulo (planaltos ocidentais de Marília-Garça e Monte Alto, estendendo-se para oeste, nos espigões entre alguns dos rios afluentes do Rio Paraná), Minas Gerais (partes do Triângulo Mineiro) e Goiás (sul). A espessura máxima atinge 160 m (SOARES *et al.*, 1980).

Dos três membros que a constituem, Ponte Alta e Serra da Galga ocorrem apenas no Triângulo Mineiro, enquanto Echaporã aflora no Estado de São Paulo (FERNANDES & COIMBRA, 1995; FERNANDES, 1998) e na região de Prata, Minas Gerais (GOLDBERG, 1995).

A Formação Marília é caracterizada por arenitos grossos a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspatos, minerais pesados e instáveis. Ocorrem em bancos com espessura média entre 1 a 2 metros. Raramente apresenta estratificação cruzada de médio porte; os nódulos carbonáticos, sempre presentes, encontram-se dispersos nos sedimentos ou concentrados em níveis ou zonas, constituindo calcretes (SOARES *et al.*, 1980).

A Formação Marília é bem caracterizada nos estados de São Paulo e Minas Gerais. No sul do Estado de Goiás e na região leste do Estado de Mato Grosso do Sul, os depósitos de calcretes são mais impuros (areno-conglomeráticos), freqüentemente silicificados. A seção-tipo localiza-se na escarpa sul do Planalto de Marília. Outra seção de referência apresentada é a de Monte Alto na escarpa a sul dessa cidade (SOARES *et al.*, 1980).

O sistema deposicional é indicado como sendo de leques aluviais e rios entrelaçados, mostrando estratificações cruzadas (acanaladas e/ou tabulares) em diversos níveis da unidade. O clima, à época da deposição, parece ter sido semi-árido (BATEZELLI, 1998).

Dos membros que integram a Formação Marília, o Membro Serra da Galga se destaca como uma das unidades mais importantes do ponto de vista paleontológico do Grupo Bauru, como peixes, testudinos, crocodilomorfos e dinossauros (MEZZALIRA, 1974; SANTUCCI & BERTINI, 2001). A grande quantidade de ostracodes das espécies *Allenocytheridea lobulata*, *Wolburgiopsis neocretacea*, *Wolburgiopsis vicinalis*, *Ilyocypris riograndensis* e *Ilyocypris wichmanni* encontrada na Formação Marília indica ambiente aquático, tanto de água doce como salgada (BATEZELLI, 2003).

4 - TRABALHOS PRÉVIOS

4.1 - Baurussuquídeos da Bacia Bauru

Os crocodylomorfos baurussuquídeos apresentam porte médio e hábito essencialmente terrestre. São encontrados em depósitos do Cretáceo Superior do Gondwana e do Paleógeno da Europa e da África. Porém, as descobertas dos espécimes relacionados ao gênero *Baurusuchus* estão restritas, até o momento, às rochas do Grupo Bauru, especialmente da Formação Adamantina (PRICE, 1945; CAMPOS *et al.*, 2001; ARRUDA *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2005).

Os baurussuquídeos em geral possuem crânio alto e comprimido lateralmente. Exibem redução da fórmula dentária, cujos dentes estão restritos à porção anterior do rosto. Os dentes pré-maxilares e mandibulares são hipertrofiados e, assim como o restante da dentição, apresentam carenas serrilhadas (PRICE, 1945; BERTINI *et al.*, 1999; CAMPOS & MARTIN SUAREZ, 1988; CAMPOS *et al.*, 2001; CARVALHO *et al.*, 2005).

Atualmente, são conhecidas cinco espécies para o Cretáceo: *Cynodontosuchus rothi* (WOODWARD, 1896), proveniente da Província de Neuquén, na Argentina; *Baurusuchus pachecoi* (PRICE, 1945), descoberto no município de Paulo de Faria, oeste do estado de São Paulo; *Stratiosuchus maxcheti* (CAMPOS *et al.*, 2001), descoberto no município de Irapurú, Estado de São Paulo; *Pabweshi pakistanensis* (WILSON *et al.*, 2001) proveniente da província do Baloquistão, no Paquistão e *Baurusuchus salgadoensis* (CARVALHO *et al.*, 2005), coletado no município de General Salgado, noroeste do Estado de São Paulo (ARRUDA *et al.*, 2004) (figura 4).

Baurussuquídeos também foram encontrados no Paleógeno da Europa e África (KUNH, 1968; ANTUNES, 1975). Na Europa são descritos *Bergisuchus dietrichbergi* (KUNH, 1968) e *Iberosuchus macrodon* (ANTUNES, 1975; BUFFETAUT, 1982). No Eoceno da África é registrada, segundo Buffetaut (1989), a ocorrência de apenas uma espécie, *Eremosuchus elkoholicus* Buffetaut, 1989. No entanto, apesar de essas descobertas, ocorridas fora da América do Sul e posteriores ao Cretáceo, serem classicamente atribuídas à família, com raras exceções, não existem estudos cladísticos que confirmem tais interpretações.

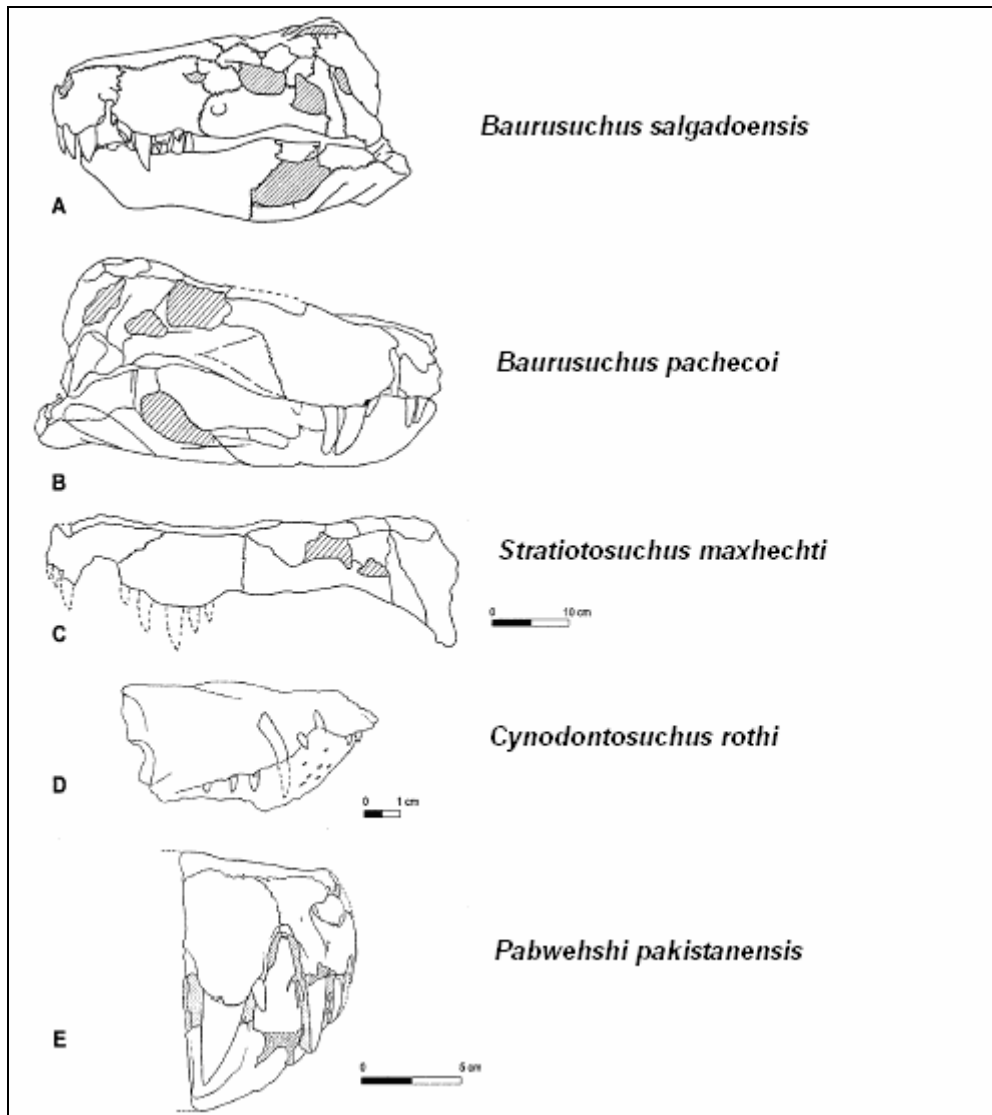


Figura 4: Morfologia craniana de baurussuquídeos. (A) *Baurusuchus salgadoensis*; (B) *Baurusuchus pachecoi*; (C) *Stratiotosuchus maxhecti*; (D) *Cynodontosuchus rothi*; (E) *Pabweshi pakistanensis*.
Fonte: Carvalho et al. (2005).

Price (1945) descreveu o holótipo de *Baurusuchus pachecoi* (DGM 299 R – figura 5) e o relacionou à *Sebechus* (SIMPSON, 1937). Esse último gênero foi posteriormente descrito por Colbert (1946) que, utilizando nesta comparação semelhanças morfológicas, como a compressão lateral do crânio, os dentes zifodontes (carenas serrilhadas e cônico) e a tendência à redução dentária, concluiu que *Baurusuchus* teria mais afinidades osteológicas com “Mesosuchia” do que com Eusuchia.

Brandt Neto *et al.* (1990; 1991; 1992) descreveram o membro locomotor posterior de *Baurusuchus*, composto de fêmur, tíbia e fíbula, pela primeira vez, registrado nos achados fósseis. Também foi descrito um fragmento craniano de constituição óssea robusta, rostro longo e semelhante ao descrito por Price (1945), porém, com uma dentição mais completa. Os aspectos morfológicos dos dentes de Baurusuchidae e Theropoda foram comparados, e a única característica distintiva entre os dois grupos de vertebrados foi o achatamento lateral mais acentuado verificado em Theropoda (BRANDT NETO *et al.*, 1991).

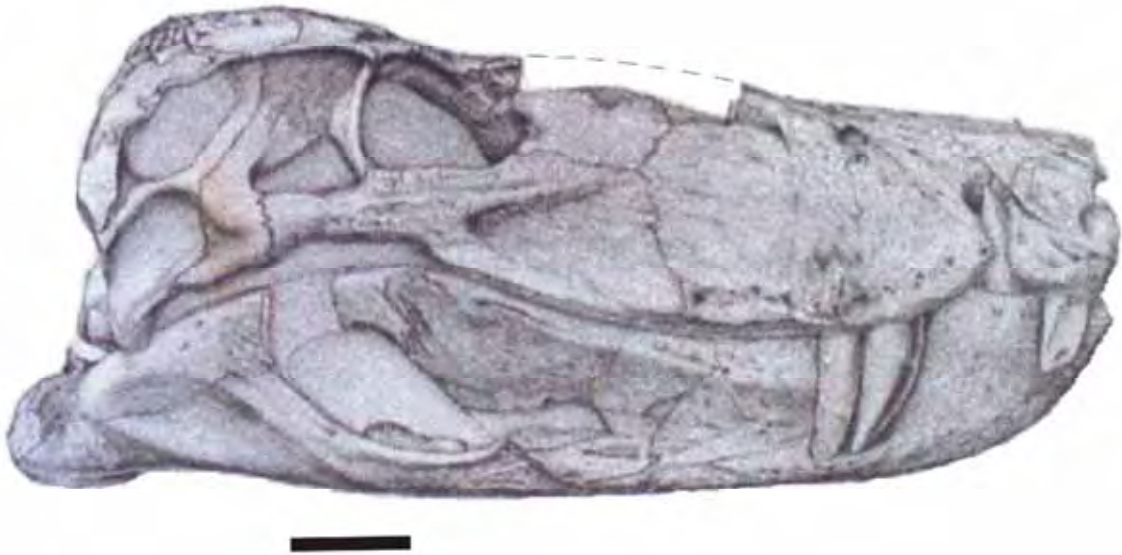


Figura 5: Vista lateral direita de crânio e mandíbula de holótipo de *Baurusuchus pachecoi*. Escala – 50 mm.
Fonte: Price (1945).

As características morfológicas descritas em BRANDT NETO *et al.* (1991) evidenciaram que os crocodilomorfos desse gênero eram robustos, com membros relativamente longos, extremamente reforçados, com três vértebras sacrais fusionadas (caráter típico de tetrápodos que necessitam de locomoção fora do ambiente aquático, ao contrário de outros crocodilomorfos que possuem apenas duas) que lhe conferiam postura elevada em relação ao solo (figura 6), possibilitando, inclusive, maior liberdade de movimentos, com eventual deslocamento em maiores velocidades, em hábitat essencialmente terrestre.

Manzini *et al.* (1996) analisaram fragmentos cranianos e pós-cranianos, além da série cervical já descritos por Brandt Neto *et al.* (1990, 1992), Bertini *et al.* (1991) e Bertini (1993), relacionando-os à *Baurusuchus*. Esses elementos ósseos foram noticiados pela primeira vez para o referido gênero.



Figura 6: Concepção artística de *Baurusuchus* sp.
Fonte: Cortesia de Felipe Alves Elias.

Bertini *et al.* (1999) descreveram um fragmento craniano (porção anterior do crânio e mandíbula) de *Baurusuchus* muito maior que o holótipo (DGM 299 R) descrito por Price (1945) e mostrando outras variações morfológicas quando comparado com o holótipo dessa espécie. Além disso, elementos pós-cranianos, compreendendo algumas seções de coluna vertebral, partes de membros anteriores direito e esquerdo articulados, com elementos da cintura escapular, associados a outra seção do esqueleto axial, também foram descritos nesse trabalho. A descrição de tais materiais incrementa o relativo endemismo da fauna da Bacia Bauru. Os autores ainda salientam que, em depósitos do Cretáceo Superior continental da Bacia Bauru, os Baurusuchidae têm sido coletados apenas na Formação Adamantina do Estado de São Paulo (Bertini, 1993).

Riff e Kellner (2001) descreveram os dentes de *Baurusuchus pachecoi* em detalhe, os quais são caracterizados pela redução da fórmula dentária e pela presença de dentes teropodomorfianos (carenas serrilhadas e lateralmente comprimidas). As características distintivas entre dentes de *Baurusuchus* e Theropoda foram complementadas nesse trabalho com relação às análises de

Brandt Neto *et al.* (1990), em que a única diferença relatada foi o maior achatamento lateral em dentes de Theropoda (figura 7).

Riff e Kellner (2001) também descreveram os aspectos da cavidade da polpa e da ornamentação do esmalte, que são respectivamente mais maciça e mais complexa em *Baurusuchus*. Além disso, as características dentárias de *Baurusuchus* suportam a idéia de que esse táxon exerceu papel significativo nos ecossistemas terrestres, sendo um predador ativo que possivelmente ocupava os mesmos nichos de dinossauros Theropoda. Entretanto, os autores ressaltaram que a avaliação da capacidade terrestre deste crocodilomorfo ainda depende de uma detalhada análise de material pós-craniano, desse ou de táxons relacionados.



Figura 7: A - Dente de baurussuquídeo (FEF – PV – 9/1); B – Dente de Theropoda (FEF – PV – 10/1). Escala - 10 mm.

Campos *et al.* (2001) anunciaram a descoberta de um novo baurussuquídeo coletado em sedimentos da Formação Adamantina no município de Irapuru-SP. Trata-se da espécie *Stratiosuchus maxhecti* (figura 8) cujo espécime (DGM – 1477 - R) consiste de um esqueleto quase completo composto de crânio, parte da mandíbula, coluna vertebral (faltando a maior parte da cauda) e elementos apendiculares.



Figura 8: Concepção artística de *Stratiotosuchus maxhechti*.
Fonte: Cortesia de Felipe Alves Elias.

A espécie *Stratiotosuchus maxhechti* apresenta algumas características típicas de baurussuquídeos, como dentes teropodomorfianos, reduzido número de dentes e rostró alto (figura 9).

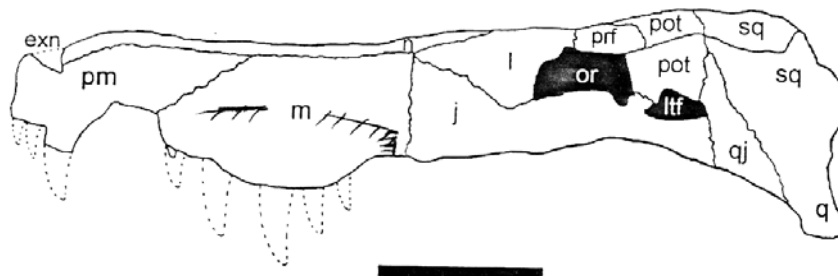


Figura 9: Vista lateral esquerda do crânio de *Stratiotosuchus maxhechti* (DGM 1477 – R). Escala de 10 cm (modificado de Campos *et al.*, 2001)

As garras de baurussuquídeos foram descritas e comparadas com as de outros crocodilos fósseis (*Uberabasuchus terrificus*) e atuais, além de lagartos varanídeos. A falange ungueal de baurussuquídeos (UFRJ – DG 285 – R) é robusta e quase duas vezes mais curva do que a garra de *Uberabasuchus terrificus* (CPPLIP nº 630), segundo o método de Zani (2000). A morfologia desta garra é bastante semelhante àquela encontrada em crocodilos recentes e lagartos varanídeos, como, por exemplo, *Varanus komodensis*. As garras robustas e curvas dos baurussuquídeos poderiam estar mais relacionadas à apreensão de presas do que a hábitos fósseis (VASCONCELLOS *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2004).

Foram encontrados no município de General Salgado – SP esqueletos articulados e quase completos em distintos níveis estratigráficos, o que levou Arruda *et al.* (2004) a sugerirem que eles estavam habilitados a escavar no substrato (figura 10). Foram individualizados oito espécimes, entre crânios, partes de esqueletos axiais e apendiculares desarticulados, animais completos, séries vertebrais completas (cervicais, torácicas, lombares, sacrais e caudais), cinturas escapular e pélvica articulada ao esqueleto axial e apêndices locomotores, bem como ossos

mais frágeis, como os da gastrália. Há, inclusive, ossos diminutos, como carpais, tarsais e falanges. Em associação aos restos esqueléticos são comuns icnófosseis, como gastrólitos e coprólitos (ARRUDA *et al.*, 2004).

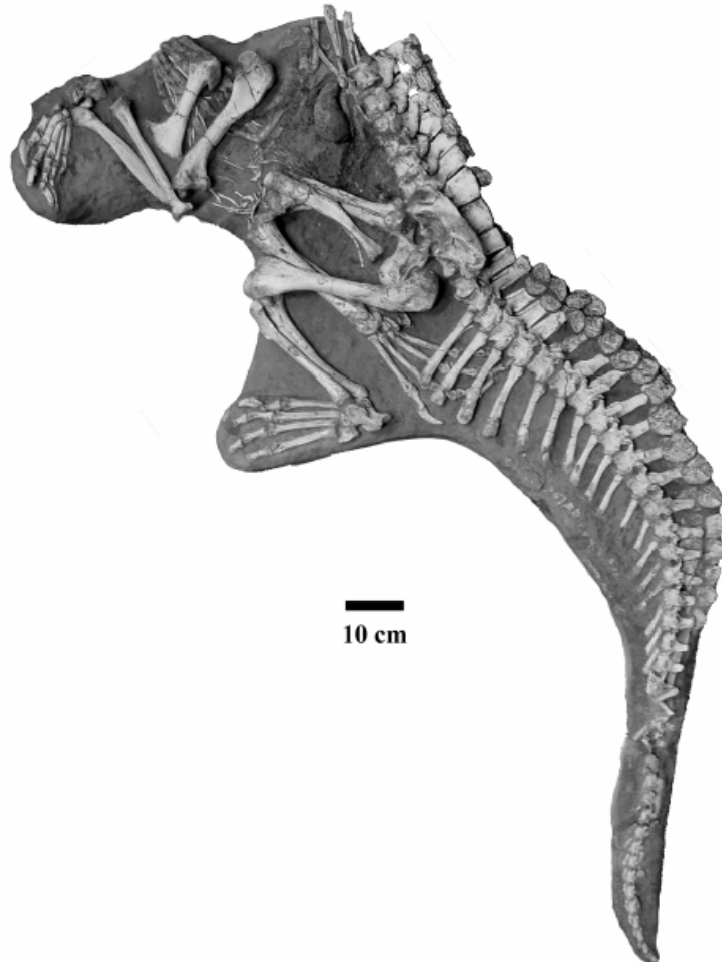


Figura 10: Espécime UFRJ – DG – 288 R, Formação Adamantina, General Salgado – SP. Esqueleto pós-craniano completo.
Fonte: Arruda *et al.* (2004).

Uma cauda com 530 mm de comprimento e quase completa de *Baurusuchus* foi descoberta nas imediações da cidade de Jales – SP. O espécime continha 20 vértebras articuladas e 20 pares de osteodermos bem preservados, dentre os quais nove apresentaram deformação em decorrência do processo de fossilização (AVILLA *et al.*, 2004).

Baurusuchus salgadoensis (MPMA 62-0001-02), descrito por Carvalho *et al.* (2005), é a segunda espécie descoberta do gênero *Baurusuchus* e difere de *B. pachecoi* por exibir uma borda posterior do crânio mais reta, os parietais formando uma saliência entre as duas janelas supratemporais, as narinas externas são divididas por um septo ósseo, presença de uma janela antorbital, os supra-orbitais

são bem fusionados (ossos palpebrais) com órbita elíptica, a borda posterior dos nasais e do pré-frontal são mais altas que o frontal, a fenestra supratemporal é mais larga que a órbita, a fenestra laterotemporal é quadrangular e os dentes são mais arredondados e crenulados (CARVALHO *et al.*, 2005).

Bertini *et al.* (2005) anunciaram a descoberta de remanescentes pélvicos e apendiculares, dentre outros elementos fósseis associados a baurussuquídeos em sedimentos da Formação Adamantina no município de Fernandópolis – SP. Os remanescentes incluem fragmentos cranianos, variedades de dentes isolados (com ornamentação nas carenas típica desse grupo de crocodilomorfos), ossos pélvicos e apendiculares articulados e muitos outros ossos isolados. Os remanescentes pélvicos incluem parte do ílio direito com o acetábulo, fragmento do ísquio direito, os dois púbis, fêmur direito (epífise distal fragmentada), tibia completa e fíbula parcial, muitos tarsais, falanges e metatarsais direitos, incluindo falanges ungueais, fragmentos de gastrálias, um centro de vértebra dorsal, três centros de vértebras sacrais e vértebras caudais com hemapófises.

As várias descobertas envolvendo fósseis de baurussuquídeos forneceram diversas informações sobre a sua anatomia óssea e dentária; no entanto, muitos aspectos importantes desses crocodilomorfos ainda permanecem indefinidos, como o seu padrão de crescimento, pois ainda não foram descritos exemplares juvenis; não foram encontrados, até o momento, indícios em coprólitos que sugerissem alguma presa específica, embora a descrição da anatomia de seus dentes indique claramente o perfil geral de sua dieta – trata-se de predadores ativos (RIFF & KELLNER, 2001); e não foram determinadas as causas sobre a origem de associações de esqueletos completos e em excelente estado de preservação descobertas, especialmente, na região de General Salgado e Jales, o que é sugerido, em parte, pelo presente estudo que, além disso, fornece informações inéditas sobre a biologia reprodutiva desse grupo de crocodilomorfos.

4.2 - Pesquisas de ovos fósseis no Brasil

Os ovos fósseis e suas cascas são vestígios do modo reprodutivo de animais extintos, ou seja, estruturas biogênicas provenientes de uma atividade biológica e, portanto, relacionadas a um padrão comportamental (MAGALHÃES RIBEIRO, 2002). Essas estruturas são estudadas dentro da Paleoicnologia (do

grego *palaios* = antigo, *iknos* = vestígios, *logos* = estudo). Entretanto, Mikhailov (2000) refere-se a esta área de estudos de ovos e cascas fossilizadas, mais especificamente, pela denominação de Paleo-ologia.

No Brasil, existem poucos relatos de trabalhos nessa área, uma vez que ovos e fragmentos de cascas de ovos fossilizados de vertebrados são extremamente raros no país. As ocorrências desses materiais restringem-se, em sua quase totalidade, à região Sudeste, mais especificamente ao Triângulo Mineiro, e, em especial, ovos de dinossauros e muito raramente ovos de crocodylomorfos (MAGALHÃES RIBEIRO, 2002).

O primeiro ovo fóssil descoberto no Brasil foi coletado a noroeste de Uberaba (MG) e foi descrito por Price (1951). Nesse trabalho, o autor informou que o ovo (DGM 348 – R) tinha forma esferoidal e diâmetro de 15 cm, mas não possuía mais a casca externa, somente a interna, e que foi cortado ao meio para análise, mostrando-se preenchido por camadas concêntricas de argilito. E, em razão da friabilidade da casca interna, não foi possível a confecção de seções transversais para estudo microscópico.

Price (1951), baseado na bibliografia disponível da época, considerou que o ovo era semelhante aos ovos atribuídos a *Hypselosaurus*, um titanossauro descoberto no Cretáceo francês, mas não registrado no Brasil até aquela ocasião. Posteriormente, Borgomanero e Leonardi (1981), Bertini e Campos (1995) e Kellner (1996) relacionaram o ovo a um dinossauro saurópodo.

Após mais de meio século, a análise pioneira de Price (1951) é, até hoje, o único trabalho abrangente existente sobre o ovo descoberto nas proximidades de Uberaba - MG.

A segunda descoberta de ovo de dinossauro foi reportada por Barbosa *et al.* (1970) em Peirópolis, distrito do município de Uberaba - MG. Borgomanero e Leonardi (1981) relataram a quantidade de três ovos com formato alongado, com uma calota com raio um pouco maior do que a outra. Sua casca, de cor acastanhada, teria 1,7 mm de espessura. Borgomanero e Leonardi (1981) atribuíram esses ovos, possivelmente, a Ornithischia, embora pudessem eventualmente pertencer também a Sebecosuchia, também registrados na então Formação Bauru.

Kellner (1996) considerou a possibilidade de que tais ovos não se relacionassem a ceratópsidos, mas a terópodes, também baseado em descobertas feitas no deserto de Gobi (MAGALHÃES RIBEIRO, 2002).

Infelizmente, nenhum desses trabalhos realizou a descrição da morfologia da casca utilizando microscopia de luz polarizada (MLP) ou microscópio eletrônico de varredura (MEV) e, por isso, suas afinidades permanecem indefinidas.

Vicalvi *et al.* (1993) comunicaram a descoberta de possíveis fragmentos de cascas de ovos de dinossauros oriundos de Igarapé da Mata, três quilômetros ao sul de Itapecuru-Mirim, Maranhão (Formação Itapecuru, Cretáceo Inferior, Bacia do Parnaíba). Esses autores descreveram fragmentos com tamanhos variáveis entre 2,5 e 3,0 cm e espessura média de 1,7 mm, que teriam uma superfície externa com uma ornamentação em forma de pequenos tubérculos arredondados, não alinhados, com diâmetros variáveis entre 0,2 e 0,9 mm, sendo visíveis também fusões de tubérculos gerando cristas sem orientação. Ainda segundo esses autores, são observados poros com seção arredondada. A superfície externa é aquela que apresenta pequenas cavidades que podem corresponder às entradas dos poros. A superfície interna, por sua vez, apresenta um aspecto mais liso.

Vicalvi *et al.* (1993) ainda analisaram a composição química dessas cascas de ovos através da espectrometria por dispersão de energia (EDS) e as características das cascas por microscopia eletrônica de varredura. O autor também relata que faltam ainda estudos complementares, com seções delgadas, para uma melhor comprovação da origem de tais fragmentos. Somente após essa comprovação, serão possíveis interpretações com implicações paleontológicas.

Uma das descobertas mais recentes (MAGALHÃES RIBEIRO, 1999, 2000) referem-se a um ovo fossilizado de dinossauro. Este último registro e várias dezenas de fragmentos de cascas de ovos, encontradas em Peirópolis, Minas Gerais, têm sido estudados em todos os seus aspectos morfoestruturais, e já foram previamente descritos em comunicações de Magalhães Ribeiro (1998, 1999, 2000).

Azevedo *et al.* (2000) descreveram um suposto ovo de quelônio, provavelmente um Podocnemididae oriundo da Formação Adamantina, no município de Álvares Machado, Estado de São Paulo.

No que se refere a ovos fósseis de crocodilomorfos no Brasil, não há trabalhos apresentando uma descrição sistemática da estrutura histológica da casca na literatura paleontológica, somente breves menções em artigos curtos. Magalhães Ribeiro *et al.* (2003), Magalhães Ribeiro e Nava (2005) e Magalhães Ribeiro *et al.* (2006) relataram a descoberta de ovos de crocodilomorfos na cidade de Marília (Formação Adamantina) e os relacionaram com a oofamília Krokolithidae.

Todos os ovos e cascas de ovos estavam próximos a remanescentes esqueléticos de *Mariliasuchus* e por isso foram associados a este táxon (MAGALHÃES RIBEIRO *et al.*, 2006).

Arruda *et al.* (2004) apenas mencionaram a presença de cascas de ovos em depósitos da Formação Adamantina próximos à cidade de General Salgado – SP.

4.3 - Histórico de ocorrências de ovos de crocodilomorfos fósseis

Heller (1931) registrou cascas de ovos fósseis provenientes da Formação Geiseltal, próximo à localidade de Halle, na Alemanha, e sugeriu que uma origem crocodiliana devido à similaridade com as cascas de ovos dos crocodilos atuais. Infelizmente a tecnologia disponível na época não permitiu uma comparação que possibilitasse uma identificação mais confiável.

Erickson (1978) descreveu um ovo oriundo de sedimentos do Wyoming, Cretáceo Superior, como tendo provável origem crocodiliana. Enquanto seu formato e tamanho o aproximavam de um ovo crocodiliano, as características de sua superfície interna deixaram dúvidas quanto à sua identificação. No entanto, Hirsch (1986) sugeriu que o espécime poderia ser uma concreção mineral.

Hirsch (1985) propôs a criação de um novo oogênero (*Krokolithes*) e uma nova ooespécie (*K. wilsoni*) após a descrição de quatro ovos e cascas de ovos fragmentados coletados em sedimentos da Formação DeBeque, Eoceno do Colorado. Este autor realizou uma comparação das características gerais entre as cascas de ovos dos crocodilos fósseis (UCM 47523 A e UCM 47523 D) e atuais (*Crocodylus acutus*, *Crocodylus niloticus* e *Alligator mississippiensis*) e aves atuais como o flamingo (*Phoenicopterus r. ruber*), utilizando microscopia eletrônica de varredura e microscópio de luz polarizada para descrever as superfícies externa e interna da casca, seus poros e placas basais. O autor concluiu que os ovos descritos possuem formato tipicamente crocodiliano (elipsóide com extremidades arredondadas). A análise da histoestrutura das cascas revelou composição química de carbonato de cálcio na forma de calcita e numerosos poros arredondados espalhados pela superfície externa; na eletromicrografia da superfície interna da casca são visíveis grupos de placas basais; ao microscópio de luz polarizada, a seção radial da casca revela um padrão típico de casca de ovo crocodilóide, com

unidades básicas em forma de triângulo invertido (camada cuneiforme) e o padrão de extinção irregular.

Hirsch (1985) também concluiu que a diferenciação entre os ovos de origem aviana e crocodiliana é mais bem definida em seções radiais da casca, onde as unidades da casca em crocodilos fósseis e atuais se apresentam com formato semelhante a cones truncados ou “triângulos invertidos” ligadas a grupos de placas basais, enquanto que as da casca de ovos avianos apresentam estratos colunares com extremidade mamilar disposta perpendicularmente a superfície da casca e com um poro central (figura 11). Os poros da casca de ovos de crocodilos também são mais largos que os das aves; em contrapartida, os grupos de placas basais são menos numerosos e os interstícios mais largos que os apresentados em cascas de ovos avianos.

Kerourio (1987) e Kohring (1990) descreveram cascas de ovos fragmentadas de depósitos do Cretáceo Superior da França e do Cretáceo Inferior de Galve, Espanha, respectivamente. As cascas de ovos de Galve são consideradas as mais antigas associadas a crocodilomorfos e são atribuídas a eussúquios, neossúquios basais ou até mesmo a mesoeucrocodylia. Essa definição, porém, é muito abrangente e inclui muitos grupos de crocodilomorfos do Cretáceo.

Hirsch e Kohring (1992) realizaram uma detalhada descrição das características gerais de quatro ovos e cascas de ovos fósseis coletados em sedimentos da Formação Bridger (Eoceno, sudoeste do Wyoming, EUA). Esses autores concluíram que os quatro ovos fósseis são similares aos ovos de crocodilos modernos e outros ovos fósseis, enquadrando-se no morfótipo estrutural crocodilóide, cujo formato elipsóide é característico e a degradação extrínseca da casca é causada pela ação de ácidos metabólicos liberados por microrganismos presentes no ninho durante o processo de incubação, o que provoca dissolução dos cristais.

Hirsch e Kohring (1992) também analisaram microestruturas que revelaram elementos típicos de ovos de crocodilomorfos, como: unidades da casca semelhantes a cones truncados ou “triângulos invertidos” ligadas a grupos de placas basais, superfície externa lisa e com leves ondulações.

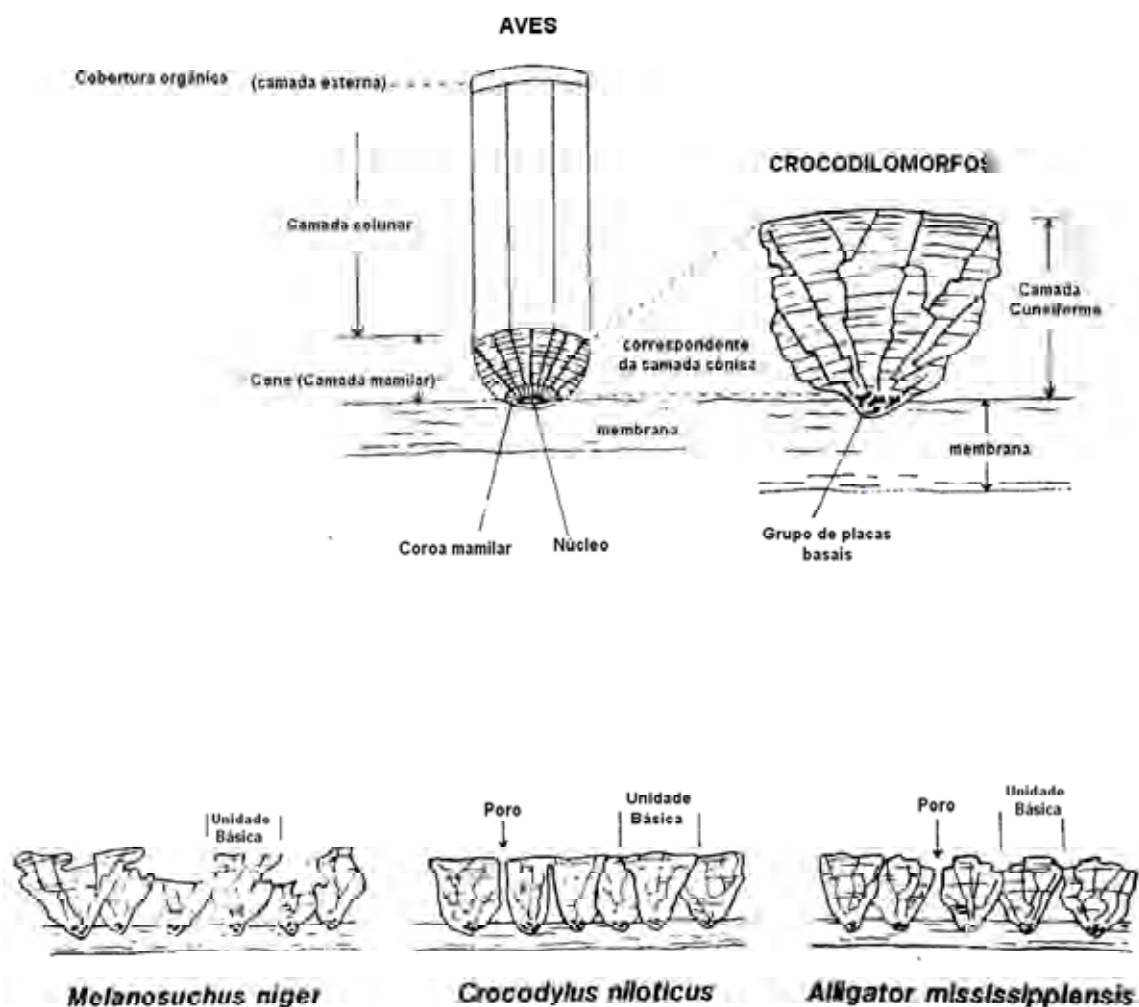


Figura 11: Terminologia e relação entre unidades da casca de ovos avianos e crocodilomorfos. Fonte: Hirsch, (1985).

Kohring e Hirsch (1996) descreveram a segunda oospécie de crocodilomorfos fósseis denominada de *Krokolithes helleri*, a partir de seis espécimes que apresentam relativa preservação e inúmeros fragmentos de casca comprimidos.

Ambas oospécies (*Krokolithes helleri* e *Krokolithes wilsoni*) foram comparadas e apresentaram formatos elipsóide (característica presente em todo ovo crocodiliano). No entanto, algumas diferenças histoestruturais foram verificadas, tais como: pequenas saliências presentes na superfície da casca em *K. helleri* e ausentes em *K. wilsoni*; diferença no tamanho, sendo que *K. helleri* apresenta 68 mm de comprimento por 50 mm de largura, enquanto *K. wilsoni* apresenta 56 mm de comprimento por 36 mm de largura; as camadas cuneiformes (observadas em microscopia de luz polarizada) são mais pronunciadas em *K. helleri* do que em *K. wilsoni* (KOHRING & HIRSCH, 1996).

Rogers (2000) descreveu um ovo de crocodilomorfo do Cretáceo Inferior da Formação Glen Rose, Texas, Estados Unidos, comparando-o com ovos de um crocodilo atual (*Alligator mississippiensis*). O referido ovo fóssil (SMU 74977) possui formato alongado e elipsóide, apresentando 49 mm de comprimento por 28 mm de diâmetro. A razão do comprimento pelo diâmetro é de 1:0,57, similar ao verificado em ovos de *Alligator mississippiensis*, cuja razão é de 1:0,58.

A espessura da casca do ovo fóssil mostrou uma variação entre 0,6 a 0,7 mm e apresenta composição química de carbonato de cálcio em forma de calcita. A superfície externa está parcialmente incrustada por depósitos secundários de calcita. A superfície externa é esculpida e caracterizada pela presença de poros irregularmente espaçados, mostrando ausência de degradação extrínseca, o que indica ausência de incubação prolongada. As seções radiais analisadas sob microscopia de luz polarizada revelaram uma camada cuneiforme formada por unidades da casca em forma de “triângulos invertidos” com padrão de extinção irregular, irradiando-se de grupos de placas basais. As características analisadas no ovo fóssil mostraram-se similares às de *Alligator mississippiensis* utilizados no estudo comparativo.

A ocorrência desse ovo fóssil no mesmo nível estratigráfico, onde restos esqueletais de crocodilomorfos basais também foram descobertos, sugere que a histoestrutura típica da casca dos ovos de crocodilomorfos foi estabelecida antes do surgimento dos Eusuchia. Os trabalhos de Rogers (2000), Hirsch (1985), Hirsch e Kohring (1992) e Mikhailov (1997) ilustram a razoável uniformidade histoestrutural de todos os ovos de crocodilomorfos, sejam eles fósseis ou atuais, demonstrando a natureza conservadora da casca desse morfótipo de ovo ao longo de sua evolução (ROGERS, 2000).

Magalhães Ribeiro *et al.* (2006) descreveram a macroestrutura e a microestrutura de dois ovos e cascas de ovos parcialmente preservados da Formação Araçatuba. A análise macroscópica revelou um formato elipsóide para os ovos, com extremidades arredondadas cujos eixos, equatorial e longitudinal, apresentam, respectivamente, 35 X 45 mm e 30 X 50 mm e a espessura da casca varia entre 0,24 a 0,36 mm. A superfície externa da casca apresenta um aspecto liso a levemente ondulado. Crateras de erosão e aberturas dos poros não são claramente visíveis, dificultando o estabelecimento do formato e dimensão das mesmas, devido à dissolução em alguns pontos da casca e, em outros, há um

recobrimento parcial por carbonato de origem diagenética. Ao longo da superfície interna da casca, grupos de placas basais podem ser observados.

A análise dos aspectos microscópicos mostra que a casca é constituída por unidades policristalinas de calcita no formato de cunhas compactas. A largura dessas unidades varia entre 0,18 a 0,32 mm ao longo da casca e sua altura está compreendida entre 0,2 a 0,3 mm. Entre cada unidade da casca há profundos interstícios irregulares, por vezes preenchidos com sedimentos finos (MAGALHÃES RIBEIRO *et al.*, 2006).

O padrão de extinção irregular e divergente, típico de cascas de ovos de crocodilomorfos, está bem definido nas seções delgadas dos espécimes analisados. Os espécimes foram associados ao tipo básico crocodilóide, assinalados à família Krokolithidae, corroborando a correspondência microestrutural com cascas de ovos de *Crocodylia*, recentes e fósseis (MAGALHÃES RIBEIRO *et al.*, 2006).

Os ovos fósseis analisados podem estar relacionados à *Mariliasuchus amarali* (figura 12) pelo fato de terem sido encontrados em mesmo nível estratigráfico (MAGALHÃES RIBEIRO *et al.*, 2006).



Figura 12: Concepção artística de *Mariliasuchus amarali*.
Fonte: Cortesia de Felipe Alves Elias.

5 - CONTEXTO EVOLUTIVO DOS BAURUSSUQUÍDEOS

Embora não tenham sido encontrados restos embrionários no interior dos ovos, vários fatores sugerem, fortemente, que estas associações de cascas e ovos estejam relacionadas ao táxon *Baurusuchus* (esses fatores são comentados adiante). Por isso, este capítulo contextualiza a posição filogenética de *Baurusuchus* e Baurusuchidae dentro do grupo Crocodylomorpha. A nomenclatura e as relações filogenéticas adotadas são baseadas, principalmente, no trabalho de Benton e Clark (1988).

Segundo Benton e Clark (1988), os crocodylomorfos são diagnosticados pelas seguintes sinapomorfias: o esquamosal se sobrepõe amplamente ao quadrado em vista lateral (figura 13 – linha cinza), o pós-frontal está ausente, fenestra pós-temporal pequena ou ausente, o pró-ótico apresentando pequeno contato com a superfície anterior do processo paraoccipital, carpais proximais alongados, contato do quadrado com o pró-ótico, espaço pneumático no corpo do basisfenóide, antro mastóide ou cavidade timpânica se estendendo até o pró-ótico e quarto dígito da pata posterior com quatro falanges.

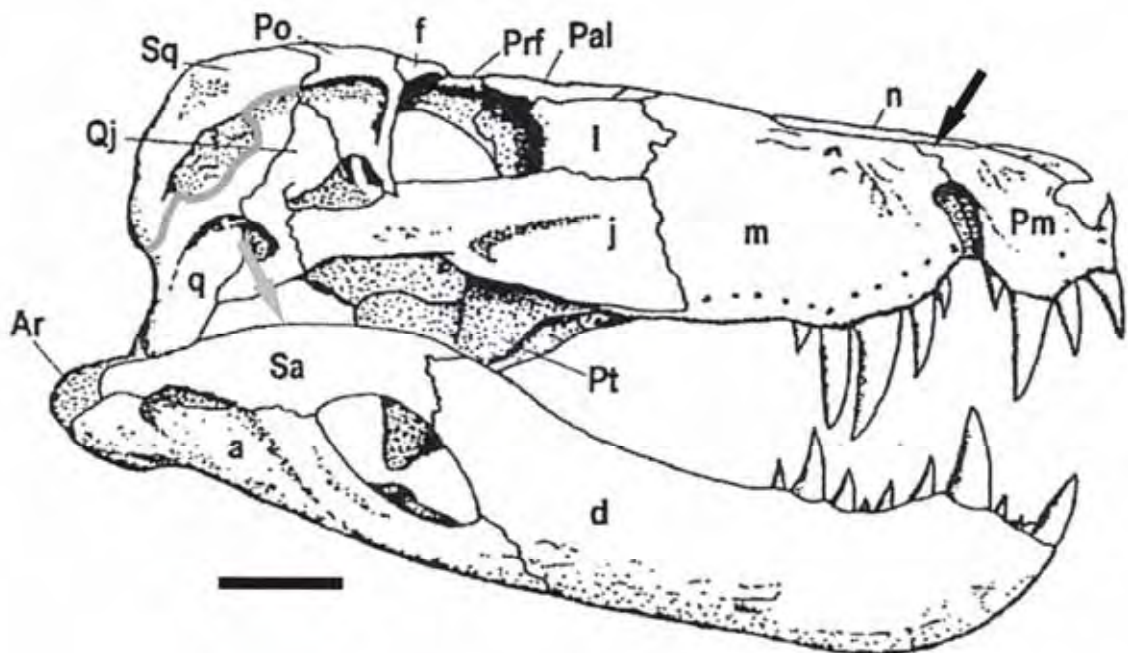


Figura 13: Vista lateral direita de crânio de *Baurusuchus pachecoi* - Traço cinza (sutura entre os ossos esquamosal e quadrado), seta preta (sutura entre os ossos pré-maxilar e maxilar) e seta cinza (osso surangular). Escala – 50 mm.
Fonte: modificado de Price, (1945).

Segundo os mesmos autores, *Pseudhesperosuchus* e *Saltoposuchus* são os dois crocodilomorfos mais basais e *Dibothrosuchus* e *Sphenosuchus* são mais relacionados aos crocodylomorpha (figura 14).

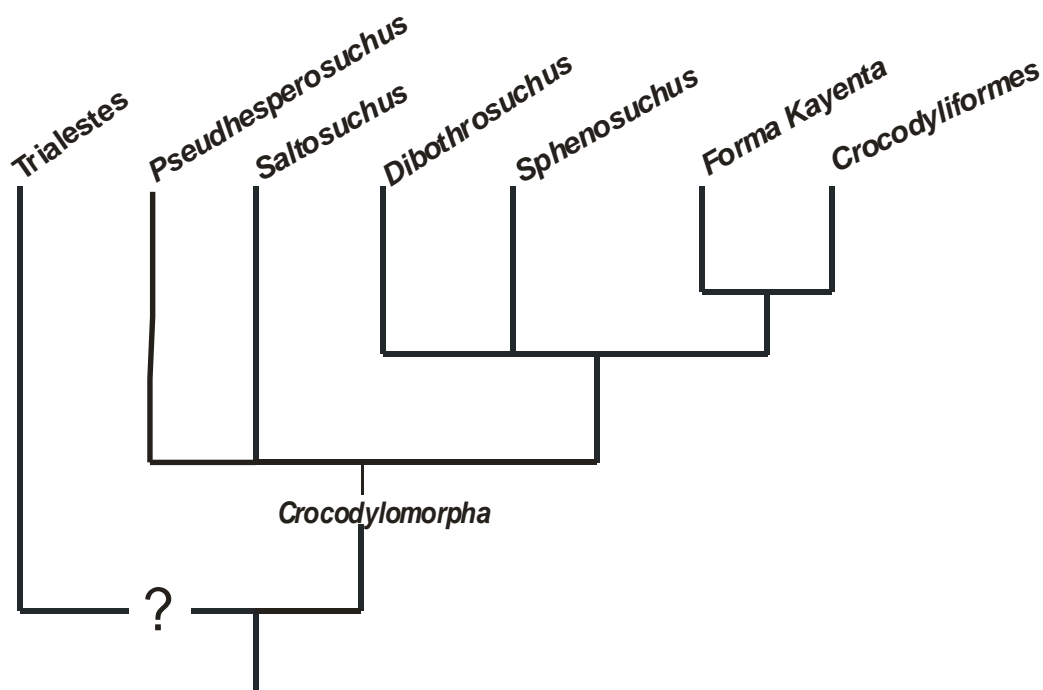


Figura 14: Relações evolutivas dos crocodilomorfos basais.
Fonte: Benton & Clark (1988).

O grupo Crocodyliformes (figura 14), correspondente a Crocodylia, inclui “protossúquios”, “mesossúquios” (atualmente considerados como não monofiléticos) e eussúquios e é suportado pelas seguintes sinapomorfias: otoccipital contata a porção ventromedial do quadrado para englobar a artéria carótida e formar a passagem para os nervos cranianos IX – XI, rostro basisfenóide dorsoventralmente expandido, processo basipterigóide reduzido, pterigóide se estendendo dorsalmente para formar a margem ventrolateral do forame trigemial, otoccipital apresenta um amplo contato com a margem dorsal do forame magno, os tubos de eustáquio se localizam entre o basioccipital e o basisfenóide, a fenestra anterorbital bem menor que a órbita, pré-maxila e maxila suturadas em suas porções mais espessas (figura 13 – seta preta), pequena extensão da sutura entre o parietal e occipital, margem ventromedial do coracóide expandida anteroposteriormente com a margem anterior côncava, quadrado com muitas fenestras na superfície dorsal, antro mastóide se estende através do supraoccipital, presença de dois palpebrais bem desenvolvidos, margem dorsal do quadrado contata o lateroesfenóide, teto craniano em vista lateral aproximadamente reto, pós-orbital localizado medialmente em relação ao jugal na barra pós-orbital e escápula muito expandida dorsalmente (Benton & Clark, 1988).

Whetstone e Whybrow (1983) criaram o táxon *Mesoeucrocodylia* abarcando “*Mesosuchia*” e “*Eusuchia*”, para substituir o termo “*Mesosuchia*” que se demonstrou não monofilético. Segundo Benton e Clark (1988), *Mesoeucrocodylia* é suportado pelas seguintes sinapomorfias: palato secundário formado pelo maxilar e pelo palatino, pterigóides fusionados posteriormente em relação à coana, canal para os nervos cranianos IX – XI situados dentro do otoccipital, região dos vasos tempororo- orbitais englobada pelo quadrado, otoccipital, esquamosal e processo anterior do íleo pouco desenvolvido (figura 15).

Benton e Clark (1988) criaram o termo “*Metasuchia*” para incluir o grupo que compreende todos os mesoeucrocodilianos, exceto *Thalattosuchia* com as seguintes sinapomorfias: exposição do basisfenóide na superfície da caixa craniana menor que a do basioccipital, frontais fusionados, processo anterior do ílio pouco desenvolvido, porção ventrolateral do otoccipital, canal quadratocranial circundado pelo esquamosal, quadrado e otoccipital, pterigóide fortemente suturado ao quadrado, surangular arqueado dorsalmente (figura 13 – seta cinza), maxila com uma única curvatura com dentes alongados e palatinos se fusionam no plano sagital sem divergirem posteriormente.

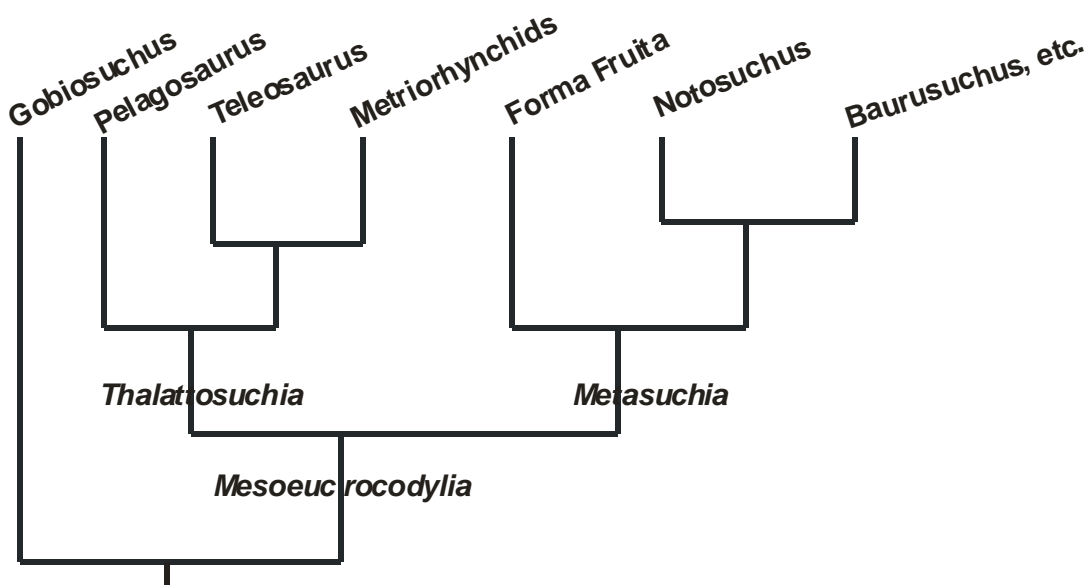


Figura 15: Relações filogenéticas entre crocodilomorfos basais.
Fonte: Benton & Clark, (1988).

Baurusuchus está inserido em *Metasuchia* e, segundo Benton e Clark (1988), seria um dos metassúquios mais basais, não sendo considerado como grupo-irmão de *Sebechus*, o que corresponderia ao táxon *Sebecosuchia* (figura 16).

A relação entre *Baurusuchus* e *Sebechus* é amplamente discutida na literatura. Em Gasparini *et al.* (1991), *Sebecosuchia* (*Sebecus icaeorhinus* Simpson, 1937 + *Baurusuchus pachecoi* Price, 1945) foram considerados um grupo monofilético, suportado pelas seguintes sinapomorfias: rostro comprimido lateralmente (figura 17), ausência de fenestra anterorbital, narinas internas largas, palato côncavo e pterigóides verticais.

Após a inclusão de alguns crocodilos sebecossuquianos do Terciário, tais como: *Bretesuchus bonapartei* (GASPARINI *et al.* 1993) e *Sebecus heilensis* (LANGSTON, 1965), o grupo ainda permaneceu como monofilético (GASPARINI *et al.*, 1993).

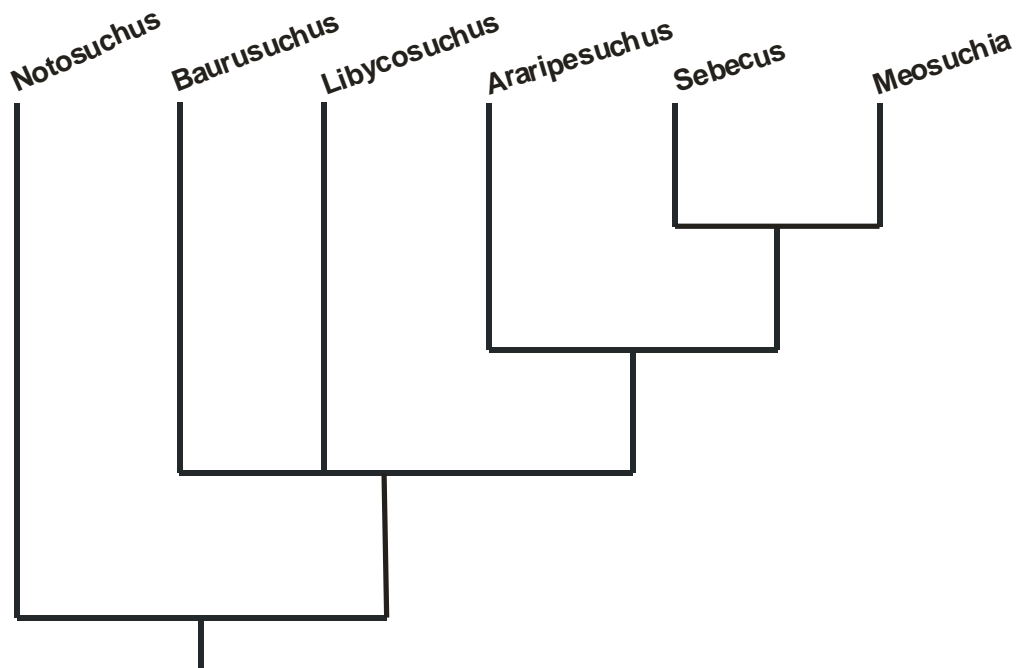


Figura 16: Relações filogenéticas entre os metassúquios.
Fonte: Benton & Clark (1988).

O estudo filogenético apresentado por Ortega *et al.* (1996) incluiu, além de *Baurusuchus* e *Sebechus*, os gêneros *Iberosuchus* (Europa) e *Eremosuchus* (África). Segundo esses autores, *Baurusuchus* + *Eremosuchus* são o grupo-irmão de *Iberosuchus*. Esses táxons apresentam uma depressão longitudinal no dentário formando uma profunda fossa ao redor da fenestra mandibular. Em *Sebechus* e *Baurusuchus*, essa fossa se estende até o surangular e o angular, entretanto, essa característica não é observada nos outros dois gêneros devido a problemas de preservação.

Pol (1999) considerou que *Baurusuchus* possui várias sinapomorfias de *Notosuchia*, inserindo-o dentro deste clado.

Carvalho *et al.* (2004) consideraram *Libycosuchus* como grupo-irmão de *Sebechus* e este clado como grupo-irmão de Baurusuchidae. Por sua vez, *Notosuchus* seria o grupo-irmão do clado composto por Baurusuchidae, *Libycosuchus* e *Sebechus*.



Figura 17: Vista superior de crânio de *Baurusuchus* sp (FEF – PV – R – 1/9). Escala – 20 mm.

6 - ASPECTOS DA REPRODUÇÃO DE CROCODILOMORFOS ATUAIS

Este capítulo aborda os aspectos gerais da reprodução de crocodilomorfos atuais e servirá de base para as discussões e comparações dos resultados obtidos na análise das cascas, ovos e das associações de ovos.

O ciclo reprodutivo dos crocodilomorfos é mais complexo quando comparado com os dos demais répteis. O tamanho, a idade dos animais e as diferenças genéticas existentes entre as populações influenciam a sua maturação sexual (WEBB *et al.*, 1983a). Quando adultos, os machos normalmente apresentam um crescimento mais rápido e um porte maior que as fêmeas.

De um modo geral os jacarés, aligátors e as menores espécies de crocodilos alcançam a maturidade sexual com um porte relativamente pequeno, ao contrário do que ocorre com as grandes espécies de crocodilos e os gaviais, que o fazem com um porte maior (MAGNUSSON *et al.*, 1989). Ainda de acordo com esses autores, o período reprodutivo dos crocodilomorfos pode se distribuir ao longo do ano, como no jacaretinga (*Caiman crocodilus*) na Amazônia; em duas épocas distintas, como no crocodilo-do-Nilo (*Crocodylus niloticus*) em Uganda e no Quênia, em que algumas fêmeas nidificam em agosto e outras em dezembro; ou, por fim, em uma determinada época do ano, como nas demais espécies.

Em crocodilomorfos, o sexo é determinado pela temperatura de incubação dos ovos, pois esses animais não possuem cromossomos sexuais. A temperatura também afeta a probabilidade de sobrevivência dos embriões, acelerando o seu desenvolvimento e diminuindo o tempo em que os ovos estão vulneráveis à inundação e à predação (LANGE *et al.*, 1989). As temperaturas são afetadas pela insolação, intensidade da chuva, temperatura do ar, pelo calor produzido pela decomposição do material vegetal (principalmente nos primeiros estágios de incubação dos ovos) e pelo calor metabólico dos embriões (FERGUSON, 1982; LANCE, 1989).

Os patamares de temperatura determinam machos ou fêmeas, dependendo da espécie; em *Alligator mississippiensis*, temperaturas iguais ou abaixo de 30°C produzem fêmeas, enquanto que temperaturas iguais ou maiores que 34°C produzem machos. O período sensível à temperatura está compreendido entre o 7º e o 21º dia de incubação. Os ovos incubados a temperaturas intermediárias à faixa

supracitada, ou seja, em torno de 32°C, produzem fêmeas numa proporção bem maior do que machos – 86,7% para 13,3% (FERGUSON & JOANEN, 1982).

Em *Crocodylus johnsoni*, o patamar é mais definido - ovos incubados a 32°C produzem machos e em temperaturas abaixo desse patamar produzem fêmeas (WHITEHEAD *et al.*, 1990); em *Crocodylus porosus* os machos são produzidos a 31,6°C, e as fêmeas em temperaturas inferiores a esse patamar (WEBB *et al.*, 1983b); em *Crocodylus niloticus* ovos incubados ao redor de 34°C produzem machos, e ao redor de 30°C, produzem fêmeas (FERGUSON, 1985). Em jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), ovos incubados a 29°C e 31°C produzem 100% fêmeas. Incubados a 33°C produzem 100% machos. Ovos incubados em altas temperaturas (34,5°C) produzem ambos os sexos em uma proporção de seis machos para quatro fêmeas em condições laboratoriais (PINA *et al.*, 2003). Em *Caiman crocodilus yacare* (jacaré-do-pantanal), os ninhos incubados em laboratório a baixas temperaturas (< 30°C) produziram fêmeas e os ninhos incubados a temperaturas altas produziram machos. Ninhos de floresta com temperaturas estimadas menores que 30.5°C sempre geraram fêmeas, entre 30.5°C a 31.5°C geraram aproximadamente 10% de machos e com temperaturas maiores que 31.5°C geraram de 80% a 100% de machos (FERGUSON, 1985).

Os ninhos dos crocodilomorfos variam de simples buracos escavados na areia, como em *Gavialis gangeticus*, *Tomistoma schlegeli*, *Crocodylus acutus*, *C. intermedius*, *C. johnsoni*, *C. niloticus*, *C. palustris*, *C. rhombifer* e *C. siamesis*, a montes de restos orgânicos, como em *C. cataphractus*, *C. novaeguineae*, *C. porosus* (figura 18), *Osteolaemus tetraspis*, *Alligator mississippiensis*, *Melanosuchus niger*, *Paleosuchus* e *Caiman* (GREER, 1970), podendo haver uma interação entre ninhos de *P. trigonathus* e cupinzeiros (FERGUSON, 1985; MAGNUSSON *et al.*, 1985) (tabela 1). O período de incubação varia entre as espécies, sendo também influenciado pela temperatura, indo de aproximadamente 60 até 120 dias (JOANEN & MC NEASE, 1971; MAGNUSSON, 1979; FERGUSON, 1985). Larriera (1988) relatou um período de 75 dias para o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em condições naturais de campo.

A postura dos ovos é realizada, geralmente, à noite, ou logo no início da manhã. A fêmea posiciona sua cloaca para o ninho e deposita um ovo de cada vez, todos revestidos por um muco que os protege contra impactos no momento da postura. Uma média de 3 a 15% dos ovos têm suas cascas fraturadas durante o

processo de postura. Ovos fraturados podem desenvolver-se normalmente, desde que a membrana da casca se mantenha intacta e não haja predação por formigas, o que é relativamente comum nesses casos.

O número de ovos presente em cada ninho varia consideravelmente entre as espécies e entre indivíduos da mesma espécie, no entanto, fatores como a idade da fêmea, influenciam diretamente nesse processo (FERGUSON, 1982) (tabela 2).



Figura 18: Fêmea de *Crocodylus porosus* construindo seu ninho em restos de vegetação.
Fonte: Cooper – Preston & Jenkins (1993).

É comum o comportamento materno característico de proteção ao ninho entre os crocodilomorfos. Tal comportamento foi observado por Verdade (1995) em um estudo com *Caiman latirostris* em 94,4% das fêmeas pesquisadas, no entanto, ao contrário do que ocorre em outras espécies (WIDHOLZER *et al.*, 1986), neste caso, o macho não foi observado exibindo comportamento de proteção ao ninho.

Em *Crocodylus acutus*, após a construção do ninho (escavado no solo) pela fêmea, a mesma não permanece junto ao ninho, mas retorna com frequência para protegê-lo contra a ação de predadores. A fêmea ajuda os filhotes a saírem dos ovos e os carrega até a água (MAZZOTI, 1999) (figura 19). Comportamento semelhante é observado em *Crocodylus niloticus*, *Caiman crocodilus* e *Crocodylus moreletii* (FERGUSON, 1985).



Figura 19: Fêmea de *Crocodylus acutus* auxiliando os filhotes a saírem dos ovos.
 Fonte: <http://images.google.com/imgres?imgurl> (acesso em 27 de novembro de 2007).

Tabela 1 - Dados referentes a ninhos e ovos de crocodilomorfos.

Espécies	Tipo de ninho	Média do número de ovos por ninho	Varição do número de ovos por ninho
<i>Alligator mississippiensis</i>	Monte de vegetação	38,9	2 – 68
<i>C. crocodylus yacare</i>	Monte de vegetação	31	21 – 40
<i>C. crocodylus</i>	Monte de vegetação	*	15 – 30
<i>C. latirostris</i>	Monte de vegetação	40	20 – 60
<i>Melanosuchus niger</i>	Monte de vegetação	40	18 – 75
<i>Paleosuchus</i> sp	Monte de vegetação	13	*
<i>P. trigonatus</i>	Monte de vegetação	*	*
<i>Gavialis gangeticus</i>	Buraco	40	16 - 61
<i>Osteolaemus tetraspis</i>	Monte de vegetação	13	6 – 19
<i>Crocodylus acutus</i>	Buraco ou monte de areia	44	19 - 81
<i>C. cataphractus</i>	Monte de vegetação	19	13 - 27
<i>C. johnsoni</i>	Buraco	13	10 - 24
<i>C. niloticus</i>	Buraco	55	25 - 95
<i>C. novaguinae</i>	Monte de vegetação	26	12 - 40
<i>C. palustris</i>	Buraco na areia ou monte de vegetação	26	6 – 41
<i>C. porosus</i>	Monte de vegetação	50	16 – 71
<i>C. rhombifer</i>	Buraco ou monte de vegetação	20	*
<i>C. moreletii</i>	Monte de vegetação	*	20 - 45

Fonte: Ferguson (1985). * Não há dados disponíveis na fonte consultada.

Tabela 2 – Relação entre o número médio de ovos depositados por ninho e a idade da fêmea de *Alligator mississippiensis*.

Idade da fêmea	Número médio de ovos por ninho
Jovem (acima de 15 anos)	26 (variação de seis unidades)
Adulta (entre 15 e 30 anos) – auge do desempenho reprodutivo	42 (variação de cinco unidades)
Velha (acima de 30 anos)	20 (variação de quatro unidades)

Fonte: Ferguson, (1982).

* A construção desta tabela foi baseada em dados ecológicos e embriológicos provenientes de 31 ninhos de pântanos do estado da Louisiana, Estados Unidos.

Em *Crocodylus palustris*, os sons produzidos pelos recém-nascidos estimulam um ou ambos os pais a escavarem o ninho, utilizando seus membros e maxilas para afastar a vegetação ou a terra (POUGH *et al.*, 2003) (figura 20). Em alguns casos, a vocalização dos filhotes ainda dentro dos ovos parece estimular a mãe a “abrir” o ninho (HUNT, 1987; VERDADE, 1995).

No momento da eclosão dos ovos, as fêmeas de crocódilomorfos parecem não ser capazes de distinguir visualmente seus próprios filhotes de, por exemplo, filhotes de tartarugas que estejam eclodindo simultaneamente. Crocódilomorfos adultos (machos e fêmeas) freqüentemente respondem a vocalizações de humanos imitando filhotes, o que indica não haver tampouco especificidade marcante quanto às vocalizações de seus próprios filhotes (VERDADE, 1995).

No aligátor americano (*Alligator mississippiensis*), os filhotes permanecem perto da fêmea por um período considerável, em torno de 2 anos, e no jacaretinga (*Caiman crocodilus*) da América do Sul em torno de 3 anos – e podem alimentar-se de pequenos pedaços de comida que a fêmea deixa cair enquanto se alimenta. Como muitas aves, os recém-nascidos de crocódilomorfos são capazes de obter seu alimento logo após a eclosão, não sendo dependentes dos pais para a sua nutrição (POUGH *et al.*, 2003).

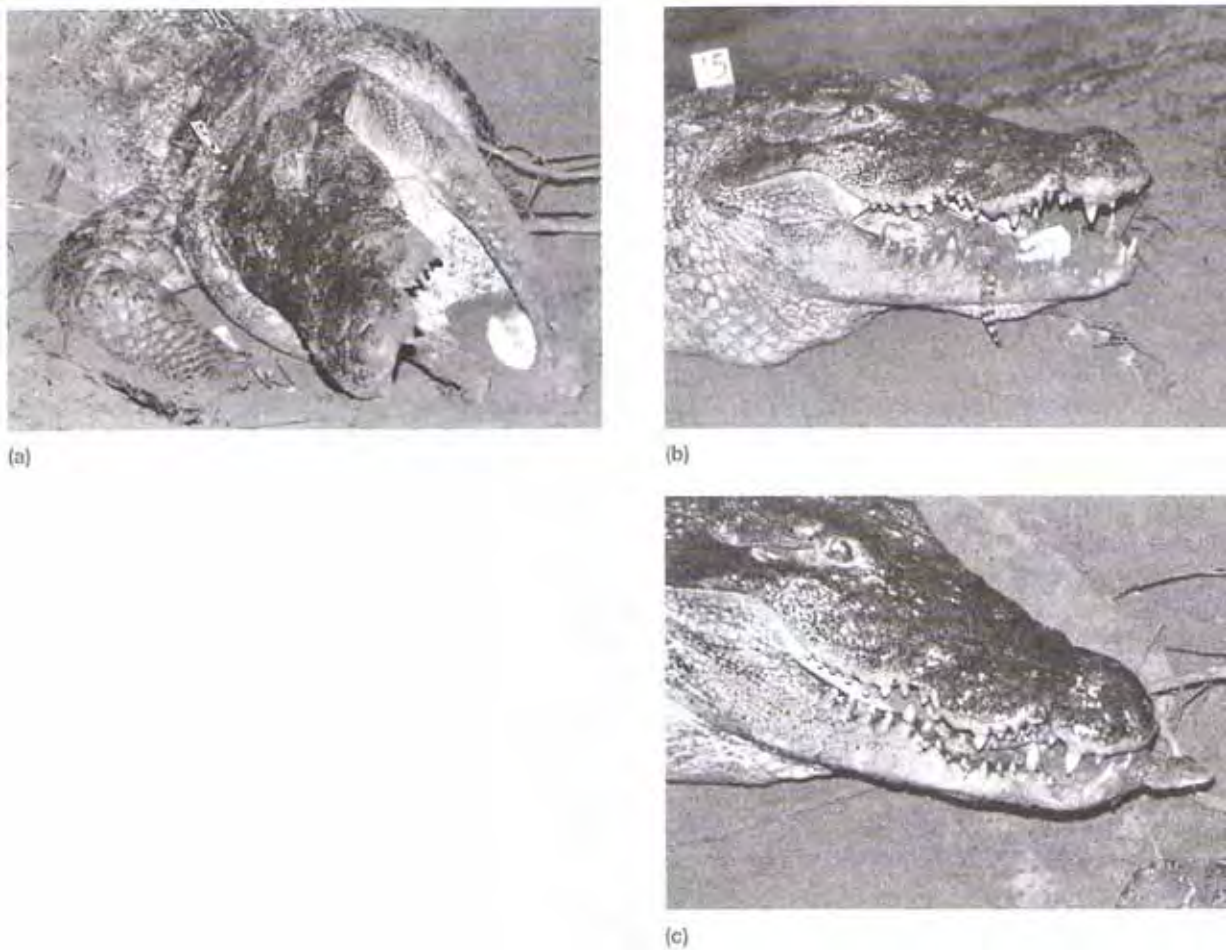


Figura 20: Cuidado parental em *Crocodylus palustris*. A etiqueta numerada na cabeça permitiu que cada indivíduo fosse reconhecido: (a) o macho pegando um recém-nascido; (b, c) macho carregando recém-nascidos para a água, onde a fêmea o estava esperando.
 Fonte: Pough *et al.* (2003).

Os mecanismos de eclosão dos ovos têm sido descritos em *Alligator mississippiensis*, *Crocodylus niloticus*, *C. porosus* e *C. palustris*, e eles parecem ser similares em todos os crocodilomorfos (NEILL, 1971) (figura 21).

O crescimento e o movimento do embrião no interior do ovo forçam a casca, a qual já se encontra enfraquecida devido à mobilização de cálcio para a osteogênese embrionária e à degradação extrínseca produzida por ácidos orgânicos liberados por bactérias durante a decomposição da vegetação no ninho (FERGUSON, 1985).



Figura 21: Eclosão de um ovo de crocodilomorfo.

Fonte: <http://images.google.com/imgres?imgurl> (acesso em 27 de novembro de 2007).

Em *Alligator mississippiensis*, ocorre uma fratura longitudinal no ovo na sétima semana de incubação e uma fratura diagonal alguns dias depois, o que leva a rachaduras gerais no ovo em um momento imediatamente anterior à sua eclosão. O embrião se encontra envolvido pelas membranas extraembrionárias e da casca. Durante o processo de eclosão, o embrião abre uma fenda pela membrana da casca (freqüentemente empurrando-a com movimentos de seu focinho, pescoço e abertura da mandíbula). Depois ele empurra para fora o seu focinho e cabeça, até que finalmente, minutos após, consegue sair inteiramente do interior do ovo (FERGUSON, 1985) (figura 22).

Outro comportamento que caracteriza a reprodução dos crocodilomorfos é a corte sexual desempenhada pelos machos. Em *Crocodylus acutus*, a corte é dividida em três fases. Na primeira, os machos procuram atrair uma fêmea. Eles iniciam a corte com uma série movimentos bruscos com a cabeça. A fêmea demonstra interesse resvalando seu nariz e mandíbula na cauda do macho; este responde imediatamente com uma vibração em seu corpo em um complexo *display* (comportamento de exibição). A próxima fase é a formação do par, em que macho e fêmea encostam os narizes, soltam bolhas e submergem com freqüência. A terceira

fase é a cópula, que pode ocorrer repetidamente. Após a fertilização da fêmea, esta parte para a preparação do ninho (MAZZOTTI, 1999).

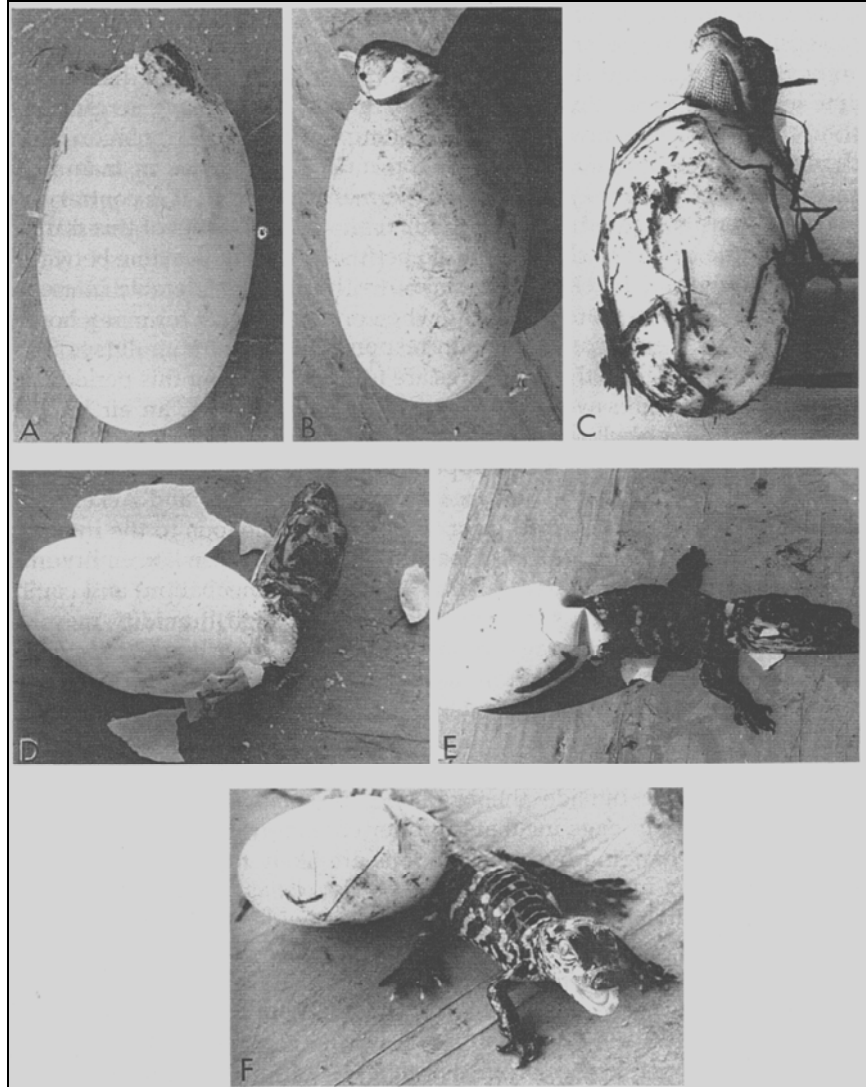


Figura 22: Seqüência de fotografias mostrando a eclosão de um ovo de *Alligator mississippiensis*.
Fonte: Ferguson (1985).

Em aligátos americanos (*Alligator mississippiensis*), os machos golpeiam a água com a cabeça e a cauda, e uma variedade de vocalizações são utilizadas durante a corte e exibições de territorialidade. Esses crocodilos vivem em pântanos densos e os machos defendem seus territórios que, geralmente, não estão ao alcance da vista de outros machos e fêmeas. O território do macho está, freqüentemente, centralizado em um buraco profundo cavado por ele e que retém água quando o pântano seca. Em tempos de seca, os buracos de aligátor são um importante refúgio para outros animais (LANG, 1989).

O comportamento de nidificação e cuidado parental dos crocodilomorfos coincidem, em parte, com os de muitas aves. Por exemplo, os perus-do-mato da Austrália (Megapodiidae) enterram seus ovos em montes de solo e vegetação em depressões que escavam no substrato, liberando seus filhotes no final da incubação.

Os filhotes de várias aves, incluindo espécies familiares como patos, galinhas e codornas, estão bem desenvolvidos no exato momento da eclosão (precocial) e são capazes de encontrar o seu próprio alimento. Nessas aves, como nos crocodilomorfos, a importante função do cuidado parental parece proteger os ninhos e os jovens (POUGH *et al.*, 2003).

7 - ESTRUTURA GERAL DE OVOS DE CROCODILOMORFOS

Ovos e cascas fossilizadas revelam as evidências reprodutivas de vertebrados amniotas (MAGALHÃES RIBEIRO, 2002). O ovo amniótico (figura 23) constitui um ambiente biológico independente: o âmnion, delimitado pela membrana amniótica, oferece ao embrião meio aquático para seu desenvolvimento, protegendo-o contra choques, atrito e perda de água. Por sua vez, a vesícula alantóide armazena os resíduos catabólicos e retira cálcio da casca para os processos de calcificação do esqueleto (BERTINI, 2004).

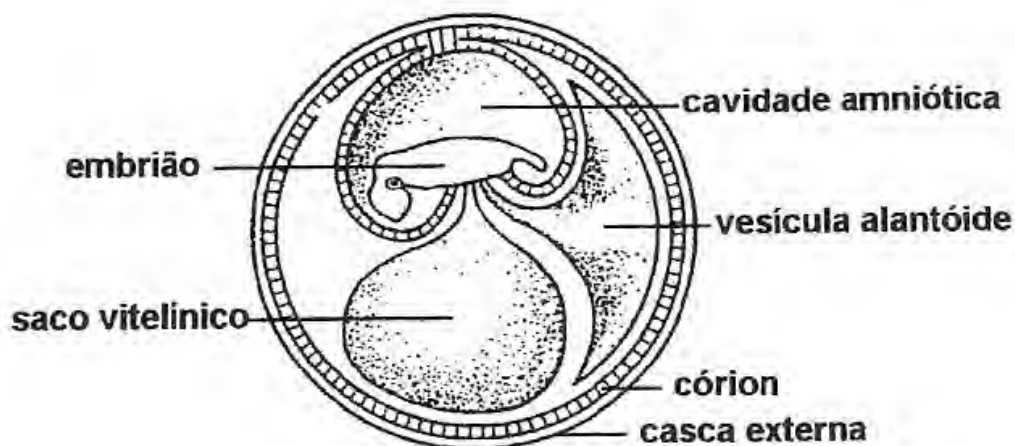


Figura 23: Diagrama do ovo amniótico.
Fonte: Colbert (1969).

A morfologia da casca é constituída por caracteres externos e internos, gerados através da membrana da casca, seguida da deposição de estruturas policristalinas superpostas, formadas por carbonato de cálcio na forma de calcita, na maioria dos ovos de vertebrados. A exceção ocorre com ovos de quelônios, que é constituída por carbonato de cálcio na forma de aragonita (MIKHAILOV, 1991).

Segundo Mikhailov *et al.* (1996), as cascas de ovos podem ser consideradas como tecidos mineralizados em virtude da interação dos componentes orgânicos e inorgânicos.

Dentre os vertebrados amniotas, as cascas de ovos de répteis e de aves recentes estão diferenciadas em três tipos: casca macia, casca flexível e casca rígida (ZELENITSKY & HIRSCH, 1997).

A casca macia é formada basicamente por uma membrana da casca, constituindo uma camada única ou múltipla de fibras orgânicas. Dispostos sobre estas membranas ou incrustados nas mesmas, são observados cristais de carbonato de cálcio, isolados ou agrupados, formando a porção cristalina da casca do ovo. A casca flexível é composta por uma membrana e uma fina camada de cristais de carbonato de cálcio, sendo que entre elas existe uma nítida separação e as unidades cristalinas não se encontram interligadas. A casca rígida é formada por uma fina membrana e por uma camada composta de unidades cristalinas justapostas, com intercalações de matéria orgânica. Entre essas unidades, há a presença de canais respiratórios, responsáveis pela troca gasosa do embrião com o meio externo (HIRSCH, 1994; ZELENITSKY & HIRSCH, 1997) (figura 24).

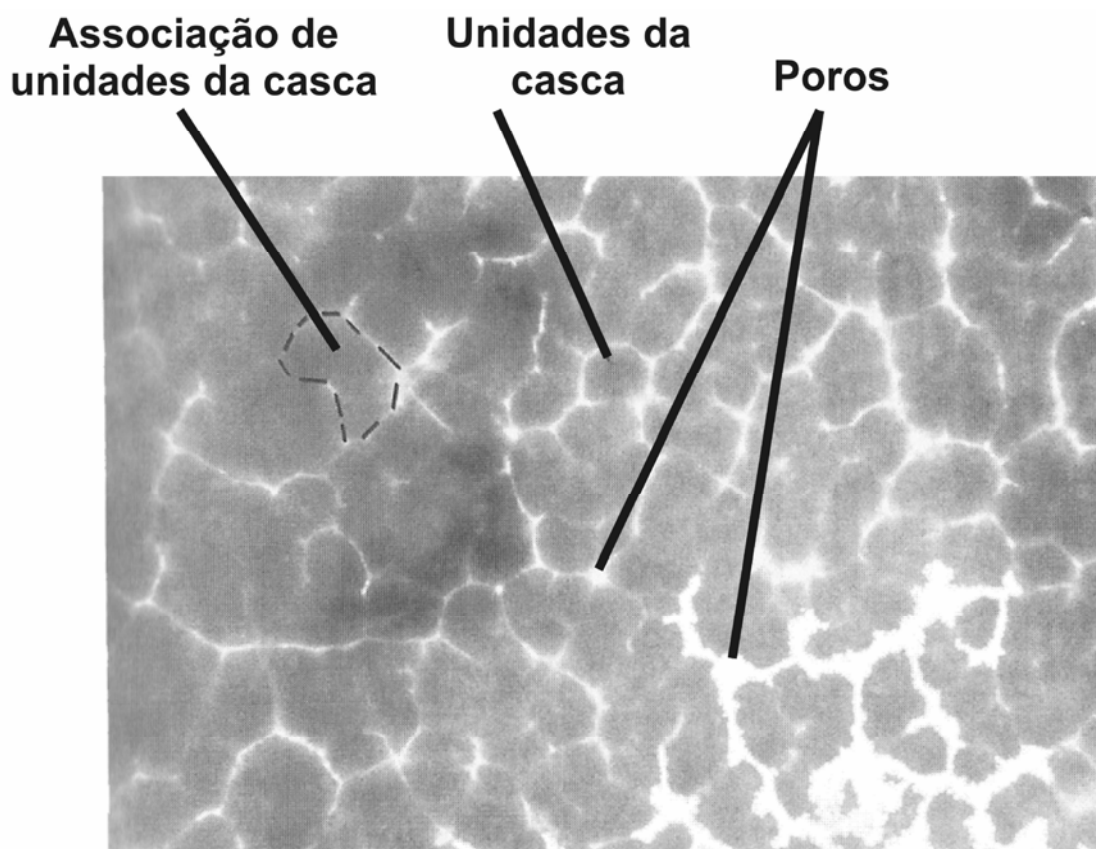


Figura 24: Seção delgada e paralela à superfície de ovo de garça mostrando poros, unidades da casca e associações de unidades da casca.
Fonte: Carpenter (1999).

Os ovos de crocódilomorfos, comparados com os de outros amniotas, geralmente são elípticos, com suas extremidades arredondadas (figura 25). Ocorrem certas variações quanto à forma, e alguns exemplares são quase cilíndricos.

A relação entre comprimento e diâmetro, porém, pode apresentar variações. No que se refere ao tamanho, os ovos do tipo básico crocodilóide são pequenos quando comparados com o tamanho dos animais adultos. Em *Crocodylus porosus*, por exemplo, os ovos atingem, em média, 7 cm de comprimento por 4,5 cm de diâmetro. O comprimento médio dos adultos é de cerca de 7 metros. As variações de tamanho são relacionadas às espécies, condições fisiológicas da fêmea, idade e tamanho (FERGUSON, 1985).

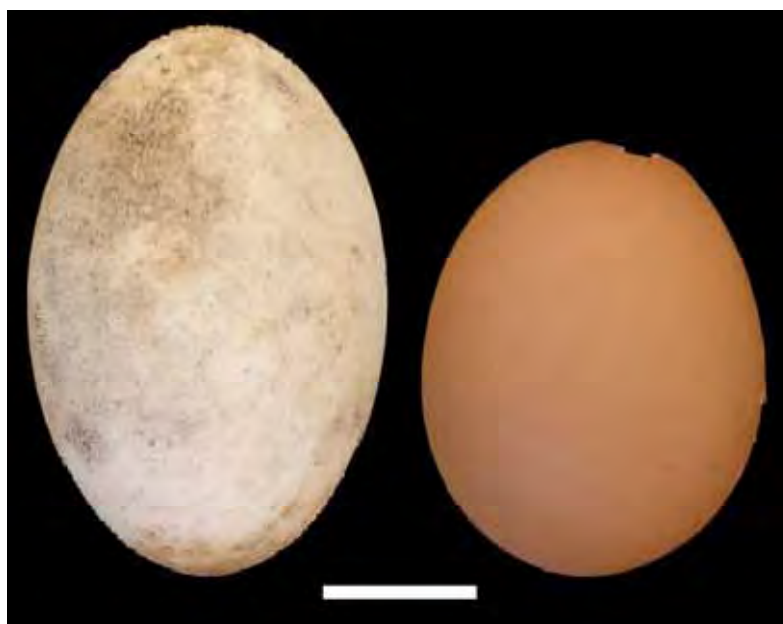


Figura 25: Ovo *Caiman latirostris* (à esquerda) e de *Gallus* sp (à direita). Escala - 20 mm.

A composição química da casca de ovos de crocodilomorfos em geral é representada principalmente por carbonato de cálcio, como já citado, na forma de calcita (FERGUSON, 1982). Ovos de *Crocodylus novaeguineae* contêm 82,6% de carbonato de cálcio, 2,82% de magnésio, 0,37% de fósforo e 3,36% de proteína. Além disso, as cascas de ovos de crocodilomorfos contêm duas vezes mais proteínas do que ovos de aves domésticas (JENKINS, 1975).

A textura da superfície externa pode variar de lisa, com leves ondulações até áspera, dependendo da espécie e do estado de corrosão extrínseca experimentada durante a incubação (FERGUSON, 1982, 1985).

Ferguson (1985) relata que as crateras de erosão em casca de ovos de *Alligator mississippiensis* servem para aumentar a porosidade e diminuir a espessura da casca. A degradação extrínseca é causada pela dissolução cristalina, possivelmente devido à ação de ácidos provenientes do metabolismo de

microrganismos presentes no ninho ou da hidratação do dióxido de carbono eliminado; esse fenômeno também ocorre em outras espécies de crocodilomorfos (FERGUSON, 1981, 1985) (figura 26).

Os grupos de placas basais estão rodeados por amplos interstícios irregulares. Contudo, uma grande porção de cálcio, responsável pela ossificação esquelética do embrião, provém da casca dos ovos (JENKINS, 1975).

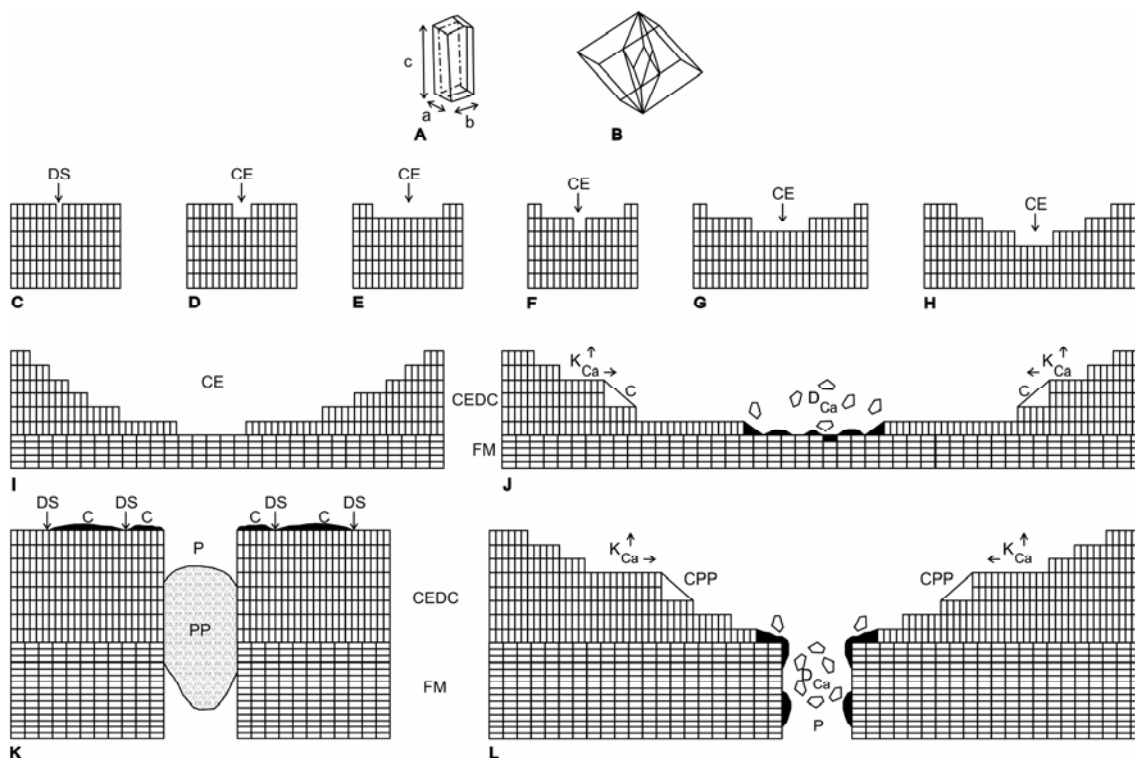


Figura 26: Diagramas mostrando o desenvolvimento de crateras de erosão em cascas de ovos de *Alligator mississippiensis*. (A) Uma unidade de calcita (classe 3 m) ilustrando a forma geral de um cristal e a direção de seus eixos *a*, *b* e *c*. (B) Um grande (32 moléculas) romboedro de calcita baseado nos planos de clivagem. A verdadeira unidade celular é pequena (duas moléculas) com um romboedro contendo ângulos agudos no interior. (C-J) Séries de diagramas ilustrando a formação de crateras de erosão (CE) na camada externa densamente calcificada (CEDC) da casca (aqui os cristais de calcita estão cortados em camadas com seus eixos *c* em ângulos retos em relação à superfície da casca). Inicialmente existe um defeito na superfície da casca (DS) em decorrência da falta de um cristal; a erosão provocada pelo ácido orgânico se espalha do centro dissolvendo as faces - *c* dos cristais mais rapidamente do que as faces - *a*. Este processo produz depressões em forma de crateras nas camadas de calcita, estendendo-se até a camada "em forma de favos-de-mel" (FM), pois nesta os cristais são orientados com suas faces - *b* dispostas em ângulo reto em relação à superfície da casca e, por isso, tal camada é mais resistente à erosão ácida. Além disso, o fluido presente na base das crateras possui mais cálcio, determinando um equilíbrio (controle de difusão - DCa) entre a dissolução e a reprecipitação de cálcio (indicadas pelas áreas escuras). Entretanto, a perda e o ganho contínuo de fluido ocorrem próximo à entrada da cratera, de modo que a dissolução está sob um controle cinético (KCa - setas escuras) com pequena precipitação. Remanescentes de cutícula (C) ou outras partículas podem encobrir as camadas de calcita expostas pela corrosão ácida, podendo ocasionar o surgimento de ângulos agudos e uma variedade de diferentes formas de crateras. Os diagramas (K) e (L) ilustram o desenvolvimento desse processo nos poros. CPP - remanescentes de cutícula no *plug* do poro ou outros detritos orgânicos; P - poro; PP - *plug* do poro. Fonte: modificado de Ferguson (1985).

Não há crateras de erosão nos grupos de placas basais em ovos de crocodilomorfos, sendo observados em ovos avianos e de monotremados. Os poros estão aleatoriamente localizados entre as unidades da casca (HIRSCH & KOHRING, 1992).

Comparado com ovos avianos, os crocodilomorfos possuem uma espessa membrana coriônica e uma relativamente fina camada calcária, sugerindo que o córion é um componente de grande importância para conferir rigidez à casca (HIRSCH & KOHRING, 1992).

A parte calcária da casca dos ovos crocodilomorfos é constituída por uma zona interna de grupos de placas basais e de uma zona externa de unidades da casca cuneiformes que se irradiam dessas placas basais (figura 27). As cascas de ovos de crocodilomorfos apresentam, vistas ao microscópio de luz polarizada, um padrão de extinção irregular e divergente (HIRSCH, 1985; MIKHAILOV, 1997).

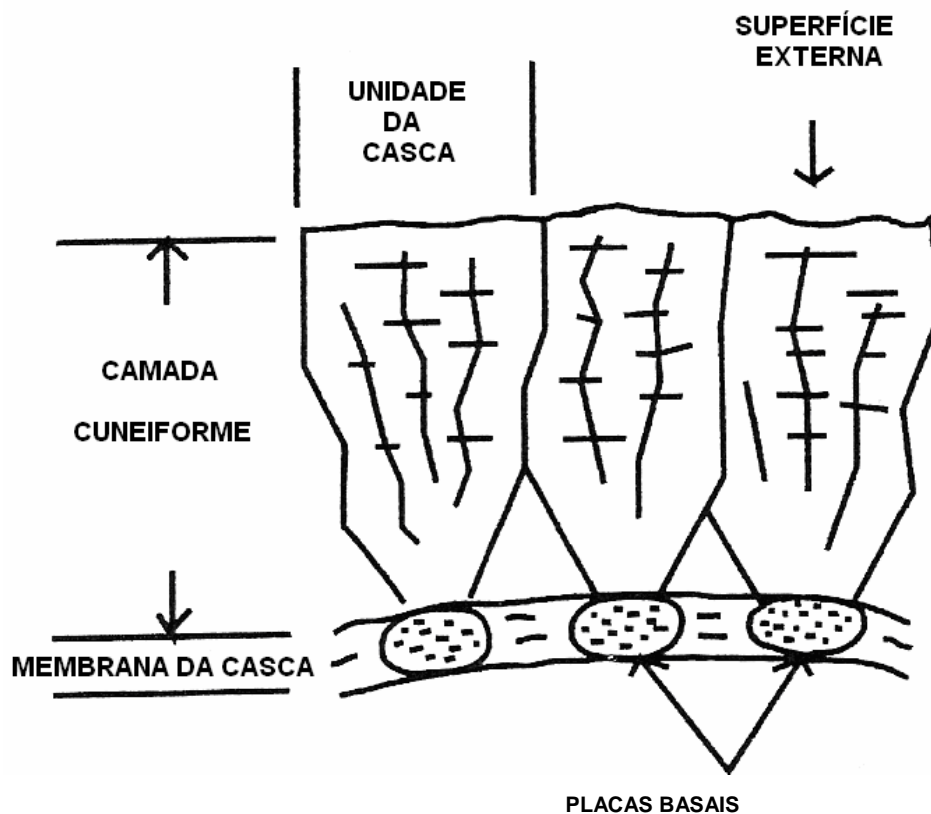


Figura 27: Histoestrutura de casca de ovo de crocodilomorfo.
Fonte: Mikhailov (1997).

7.1 - Parassistemática dos espécimes

A descrição de ovos e cascas fósseis e a comparação com cascas de ovos recentes têm auxiliado sobremaneira a compreensão da morfologia presente nestes icnófosseis (HIRSCH & KOHRING, 1992; ROGERS, 2000).

Tanto em ovos fósseis como nos recentes, o estudo dos mesmos se faz a partir da identificação dos caracteres morfológicos e estruturais (MAGALHÃES RIBEIRO, 2002).

A ocorrência de ovos fósseis e remanescentes esqueléticos dentro de um mesmo horizonte estratigráfico pode fornecer importantes dados para uma associação preliminar taxonômica-parataxonômica, principalmente se as associações ovos-ossos estão próximas de ninhos ou associações de ovos (MIKHAILOV *et al.*, 1996).

Zhao (1975) apresentou um esquema pioneiro geral e mais abrangente de nomenclatura binominal, ordenando ovos fossilizados em grupos e categorias em uma escala hierárquica, de oofamília à ooespécie (do grego *oo*=ovo), e utilizando o radical *oolithus* (derivado de *oolithus* = ovo de pedra) nas nomações relativas a oogêneros. Cabe ressaltar ainda, que o radical *ovum* (derivado do latim = ovo) também foi adicionado à sistemática de gênero e espécie (SCHLEICH & KÄSTLE, 1988; CARPENTER & ALF, 1994). Essa classificação proposta por Zhao (1975) impulsionou o desenvolvimento de outras classificações estruturais (HIRSCH & QUINN, 1990; MIKHAILOV, 1991; HIRSCH, 1996; ZELENITSKY & HIRSCH, 1997).

Mikhailov (1991) estabeleceu uma terminologia para nomear os diferentes níveis estruturais de organização em cascas de ovos, distinguindo, assim, os vários caracteres superficiais e histoestruturais.

As características superficiais (morfologia geral) analisadas em ovos e cascas fossilizadas são representadas pela espessura da casca e ornamentação da superfície externa, pelo formato e tamanho do ovo e pelos padrões de poros (MIKHAILOV, 1991; MAGALHÃES RIBEIRO, 1997). Algumas dessas características, tais como o tipo de ornamentação, o formato do ovo e a espessura média das cascas podem ser usadas para uma identificação preliminar dos espécimes no campo (MIKHAILOV *et al.*, 1996).

Ovos com casca rígida associados aos grupos de dinossauros, crocodilomorfos, quelônios e geconídeos possuem tamanhos e formatos variados,

assim como a espessura de suas cascas. Ao longo do tempo geológico, a evolução dos crocodilomorfos, quelônios e geconídeos quase não promoveu modificações em relação ao tamanho relativo dos ovos dessas espécies. Já com relação às aves, os ovos eram maiores. E, no que tange aos dinossauros, especialmente os herbívoros, pode-se observar que estes eram relativamente pequenos em relação ao corpo da fêmea (MAGALHÃES RIBEIRO, 2002).

Quanto aos caracteres superficiais, cabe ainda ressaltar que alguns materiais podem ser confundidos com ovos fósseis devido à sua morfologia externa. Nódulos, concreções, casulos ou pupas fossilizadas, por vezes, possuem formatos e tamanhos muito semelhantes a esses espécimes, sendo denominados de pseudo-ovos (JOHNSTON *et al.*, 1995; ZELENITSKY & HIRSCH, 1997). Os coprólitos, em vista geral, também podem aparentar semelhança com ovos fossilizados, basicamente devido aos tamanhos e formatos apresentados (MAGALHÃES RIBEIRO, 1999). A figura 28 apresenta alguns coprólitos coletados no mesmo afloramento onde os ovos, descritos neste trabalho, foram descobertos. Uma característica diferencial entre os ovos e os coprólitos mencionados no presente trabalho é que esses últimos, ao contrário dos ovos, são maciços e apresentam superfícies bem irregulares.

Segundo Mikhailov (1991), a histoestrutura geral da casca é comumente chamada de microestrutura ou de unidade de casca macroestrutural. Os elementos estruturais que compõem a microestrutura foram distinguidos com base nas cascas de ovos de aves recentes.

As unidades da casca ou unidades policristalinas apresentam formatos, tamanhos e disposição variados, além de linhas de crescimento distintas, decorrentes da deposição e conseqüente superposição das camadas de carbonato de cálcio quando da formação da casca do ovo (MIKHAILOV, 1991).

O sistema de poros em cascas de ovos fossilizadas está relacionado aos canais respiratórios para intercâmbio gasoso e, também, possui tamanhos, formatos e arranjos variados (MIKHAILOV, 1991).

Tanto as unidades da casca quanto os sistemas de poros, componentes estruturais das cascas de ovos, definem os morfótipos estruturais. Os caracteres texturais, de maior valor taxonômico do que os histoestruturais, definem os tipos básicos de organização de cascas de ovos, relacionados a cascas rígidas de ovos dos vertebrados amniotas (MIKHAILOV, 1991).

Mikhailov *et al.* (1996) estabeleceram uma parataxonomia de ovos fósseis (Vertebrata), baseada nas proposições anteriores de Young (1959) e Zhao (1975), e de acordo com as disposições referentes aos icnotáxons presentes no Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. Essa parataxonomia correlaciona, de maneira unificada, os ovos fossilizados com base nos tipos básicos de cascas de ovos, morfótipos e sistemas de poros com famílias parataxonômicas e grupos taxonômicos relacionados (figura 29).



Figura 28: Coprólitos de crocodylomorfos coletados próximo às associações de ovos (FEF-I-10/1; FEF-I-10/2; FEF-I-10/3 e FEF-I-10/4). Escala - 20 mm.

Características morfológicas distintas da histoestrutura e macroestrutura das cascas de ovos são utilizadas para a definição de oofamílias, oogêneros e ooespécies. O critério usado para tais grupos é: oofamílias são distinguidas observando seus morfótipos estruturais, sistemas de poros e ornamentação da superfície externa da casca; oogêneros são baseados no formato do ovo, variação dentro de morfótipos, sistemas de poros e escultura da superfície externa da casca; ooespécies são baseadas, primariamente, em características quantitativas, em particular, na exata mensuração da espessura da casca, tamanho dos ovos, caracterização do padrão de extinção das unidades da casca da camada cuneiforme, do sistema de poros e detalhes esculturais da casca. Descrições e classificações de objetos semelhantes a ovos baseadas somente no tamanho e forma, sem a observação de características específicas, devem ser evitadas (MIKHAILOV, 1996).

Ainda, com base nas poucas descobertas de ovos fossilizados referentes a quelônios, crocodylomorfos e geconídeos, tem sido estabelecida uma parataxonomia

específica para esses grupos, embora o registro fóssil de ovos de dinossauros seja bem maior (MIKHAILOV, 1991; HIRSCH, 1996; KOHRING & HIRSH, 1996; MIKHAILOV *et al.*, 1996).


















TIPOS BÁSICOS DE ORGANIZAÇÃO DE CASAS DE OVOS	MORFOTIPOS ESTRUTURAIS	SISTEMAS DE POROS	FAMÍLIAS PARATAXONÔMICAS	GRUPOS TAXONÔMICOS
RESTOS FOSSEIS DE OVOS DE AMNIOTAS RECENTES				
Testudoíde	 Spherurigidis Spheruflexibilis	-	Testudoolithidae Testudoflexoolithidae	Chelonia
Geconoíde	 Geconoíde	Retecana- liculado	Gekkolithidae	Gekkota
Crocodiloíde	 Crocodoíde	-	Krokolithidae	Crocodylia
Ornitoíde	 Prismático ("neognathe")	Angusticana- liculado	-	<i>Gobipipus</i> (embriões)
	 Ratite	Angusticana- liculado	Laevisoolithidae	?Enantiornitídeos
	 Ratite	Angusticana- liculado	Medioolithidae	?
	 Ratite	Angusticana- liculado	-	Struthionidae
	 Ratite	Angusticana- liculado	Ornitholithidae	?Diatrymatidae
OVOS DE DINOSSAUROS				
Dinossauróide-esferulítico	 Ratite	Angusticana- liculado	Elongatoolithidae	Theropoda ?Troodon (embrião de <i>Oviraptor</i>)
	 Prolatoesferulítico	Prolatocana- liculado	Spheroolithidae	Ornithopoda (alguns hadrossauros) (embriões)
	 Angustiesferulítico	Rimo e Angusticana- liculado	Ovaloolithidae	?Ornithopoda
	 Discretiesferulítico (Tuboeferulítico)	Tubocana- liculado	Megaloolithidae	?Sauropoda ?Ornithischia
	 Filiesferulítico (Multiesferulítico)	Multicana- liculado	Faveoolithidae	?Sauropoda
	 Dendroesferulítico	Prolatocana- liculado	Dendroolithidae	?Sauropoda ?Ornithopoda
	 ?Dictoesferulítico	Prolatocana- liculado	Dictyoolithidae	?Sauropoda
Dinossauróide-prismático	 Prismático (Angustiprismático)	Angusticana- liculado	Prismatoolithidae	Ornithopoda (protoceratopsídeos, hypsilofontídeos) (embriões)
	 Prismático (Obliquiprismático)	Obliquicana- liculado		?Ornithopoda

Figura 29: Classificação parataxonômica para ovos fósseis.

Fonte: Mikhailov *et al.* (1996).

8 - MATERIAIS E MÉTODOS

8.1 - Materiais utilizados na pesquisa

Foram analisadas 18 associações de ovos e cascas de ovos fósseis de crocodilomorfos oriundas de um afloramento da Formação Adamantina com cerca de 300 metros de comprimento (figura 30). As associações prospectadas foram encaminhadas ao laboratório de microscopia da Fundação Educacional de Fernandópolis (FEF) para preparação.

O referido afloramento apresenta intenso processo erosivo e, por isso, a maioria dos ovos e cascas de ovos foi descoberta ao longo da superfície (figura 31). As características litológicas desse afloramento não permitem a delimitação de camadas ou níveis de deposição e, portanto, não é possível delimitar um horizonte com ocorrências das associações de ovos; entretanto, parece haver uma concentração maior numa faixa horizontal de aproximadamente 50 cm de espessura onde foi encontrada a maioria dos fósseis como os ovos, coprólitos, dentes e restos esqueléticos, estando algumas associações de ovos abaixo ou acima deste nível preferencial. Todo o material fóssil coletado foi catalogado e depositado no acervo da FEF.



Figura 30: Vista geral do afloramento da Formação Adamantina onde foram descobertas as associações de ovos.

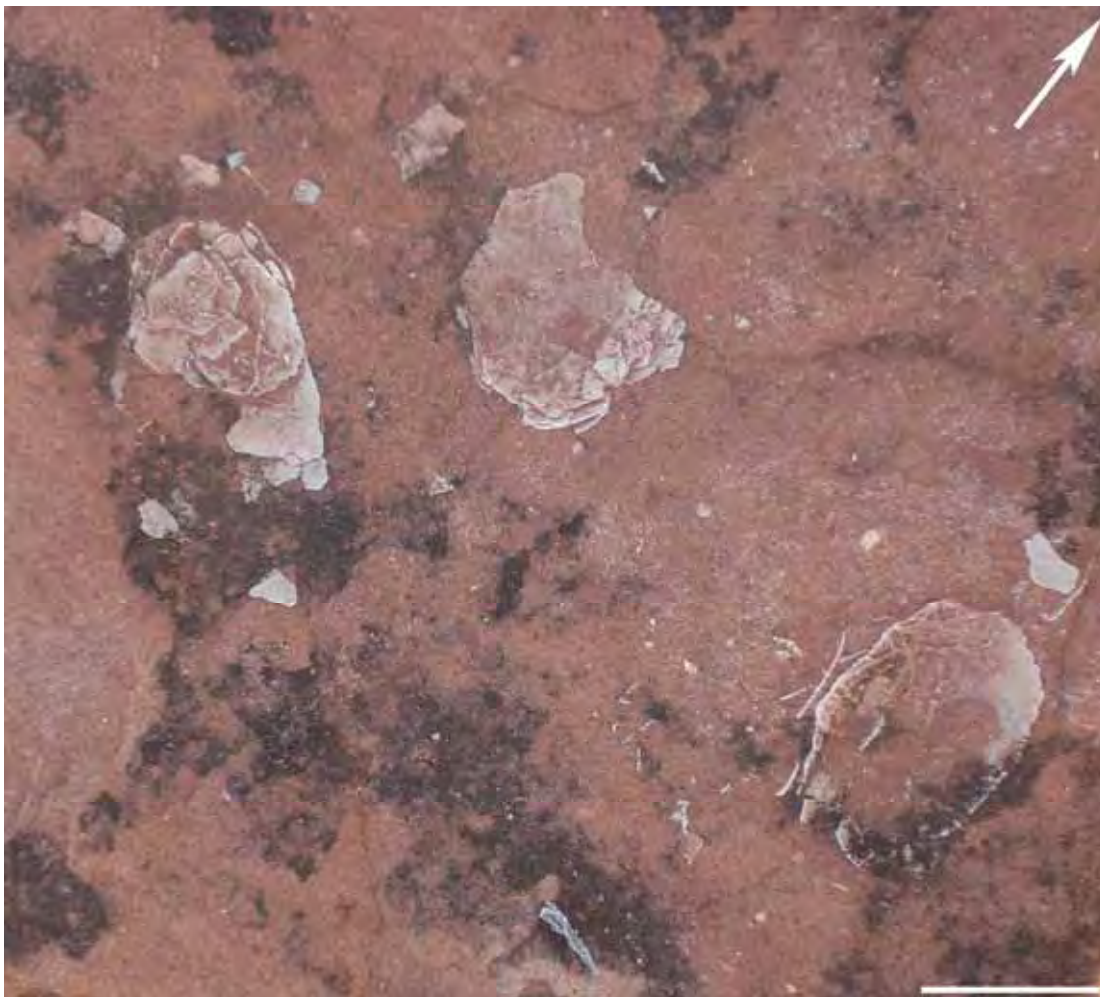


Figura 31: Ovos incompletos e cascas de ovos de crocodilomorfos expostos na superfície do arenito. Escala - 30 mm.

Foram selecionados os ovos mais bem preservados (FEF – PV – 8/1 e FEF – PV – 8/5) para a análise das características morfoestruturais. Os fragmentos da casca foram analisados sob microscópio de luz polarizada (MLP) com a finalidade de detalhar a histoestrutura das cascas e microscópio eletrônico de varredura (MEV), que, além de obter imagens tridimensionais e de alta resolução, também tem a finalidade de complementar as análises já realizadas através da microscopia de luz polarizada (HIRSCH & PACKARD, 1987).

Foram selecionadas amostras das seguintes associações de ovos e cascas: FEF–PV–8/1, FEF–PV–8/2, FEF–PV–8/3 e FEF–PV–8/5. O espécime FEF–PV–8/1 foi o que se revelou, até o momento, o mais bem preservado. Os demais se referem às outras associações, seguindo a ordem de descoberta – a FEF–PV–8/2 foi a segunda associação descoberta; a FEF–PV–8/3, a terceira, e assim por diante.

Nas amostras do espécime FEF–PV–8/1, foram analisadas as regiões polar e equatorial sob microscopia eletrônica de varredura a fim de verificar diferenças morfológicas dessas regiões no mesmo ovo. O método de obtenção das amostras provoca, de modo inevitável, avarias irreversíveis aos ovos e cascas e, com a finalidade de preservar ao máximo a integridade de materiais fósseis tão raros e ao mesmo tempo obter boas amostras, as mesmas foram retiradas de ovos que já se encontravam incompletos dentro de cada associação.

As amostras foram preparadas e analisadas de acordo com a técnica utilizada por Hirsch e Kohring (1992) e a nomenclatura adotada para descrever as cascas dos ovos seguiu a preconizada por Mikhailov (1991).

Para a descrição dos ovos e fragmentos de cascas foram analisadas as seguintes características: formato, comprimento e diâmetro dos ovos mais bem preservados das associações; espessura, ornamentação da superfície externa e interna das cascas, bem como formato e diâmetro dos poros respiratórios. Os resultados obtidos foram comparados com outros trabalhos relatados na literatura, cujos materiais utilizados foram: os ovos atribuídos a *Krokolithes wilsoni* (UCM 47523 A e UCM 47523 D), da Formação DeBeque (HIRSCH, 1985), quatro ovos (USNM 12597, HEC 128 – 1 e HEC 128 – 2) da Formação Bridger (HIRSCH & KOHRING, 1992), os ovos atribuídos a *Krokolithes helleri*, da localidade de Geiseltal, Alemanha (KOHRING & HIRSCH, 1996) e um ovo sem nome de ooespécie (SMU 74977) da Formação Glen Rose (ROGERS, 2000) e dois ovos também sem nome de ooespécie (UFRJ-DG 298 IcV) da Formação Araçatuba, Brasil (MAGALHÃES RIBEIRO *et al.*, 2006).

Além disso, foram realizadas imagens fotográficas para a descrição das características gerais das associações de ovos e cascas de ovos. Analisando diretamente as associações, foram tracejados, nas imagens, os contornos, através do *software Corel Draw 12*, de todos os ovos e cascas de ovos a fim de se destacarem essas estruturas. Todas as cascas foram diferenciadas de acordo com a sua orientação espacial em concavidade para cima, concavidade para baixo e orientação indeterminada, além da análise da variação do tamanho das cascas, tamanho e disposição de todos os ovos, tendo como base a metodologia preconizada por Hayward *et al.* (2000). As associações foram orientadas com relação ao norte.

Não foram encontradas, até o momento, estruturas de escavação nas associações, por isso, optou-se neste trabalho pela utilização do termo associação de ovos e cascas de ovos, ao invés de ninhos de crocodilomorfos fósseis.

8.2 - Tratamento dos espécimes para MLP (Microscopia de Luz Polarizada) e MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura)

Foram selecionadas e preparadas amostras das associações FEF–PV–8/1, FEF–PV–8/2, FEF–8/3 e FEF–PV–8/5 para a obtenção de imagens em microscopia de luz polarizada (MLP).

Essas amostras foram impregnadas em resina com índice de refração 1 para aumentar a resistência da amostra durante o processo de laminação. A preparação das lâminas foi realizada no setor de laminação da Universidade de São Paulo, em São Paulo - SP (figura 32).



Figura 32: Amostras de cascas de ovos fósseis preparadas para a obtenção de imagens em MLP.

Para a obtenção de imagens de MEV foram selecionadas outras amostras (FEF–PV–8/1, FEF–PV–8/3 e FEF–PV–8/5). As mesmas foram mantidas em placas de Petri contendo água potável, com a finalidade de umedecê-las, favorecendo a remoção dos sedimentos que assim se desprendem mais facilmente das cascas.

Em algumas cascas de ovos, onde a matriz arenosa possuía uma maior contribuição de cimento carbonático, optou-se pelo uso de peróxido de hidrogênio a 5%, em tempos mínimos que variaram de 5 a 15 segundos, como tratamento de

limpeza complementar (MAGALHÃES RIBEIRO, 2002). Também foi utilizado EDTA a 50% para a remoção de depósitos minerais secundários em algumas amostras, pelo tempo máximo de 20 segundos (HIRSCH & KOHRING, 1992). Utilizaram-se jatos de água expelidos por uma seringa de “insulina” para a remoção dos sedimentos já desprendidos da casca.

Esses procedimentos de limpeza foram realizados com o auxílio de uma lupa binocular da marca *Time in*, modelo *Tim 30* em aumento de 20 X. Todo o sedimento foi removido da superfície externa e interna das cascas que serviram como amostras; já as seções radiais foram obtidas através de amostras da casca recém-quebradas (figura 33).

Uma vez finalizada a limpeza, as amostras foram preparadas para a obtenção de imagens em microscópio de luz polarizada e microscópio eletrônico de varredura da marca *LEO*, modelo *VPI* (figura 34). A limpeza das amostras foi realizada no laboratório de microscopia da Fundação Educacional de Fernandópolis, na cidade de Fernandópolis – SP; já as análises em microscópio de luz polarizada, foram realizadas no laboratório de microscopia da Universidade de Brasília, Brasília – DF e, em microscópio eletrônico de varredura, na Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto – SP.



Figura 33: Amostras de cascas de ovos de crocodylomorfos fósseis preparadas com o auxílio de uma lupa binocular – aumento em 20X (**A** – amostra sem preparo; **B** – estágio avançado de preparo da superfície interna; **C** – corte radial da casca).

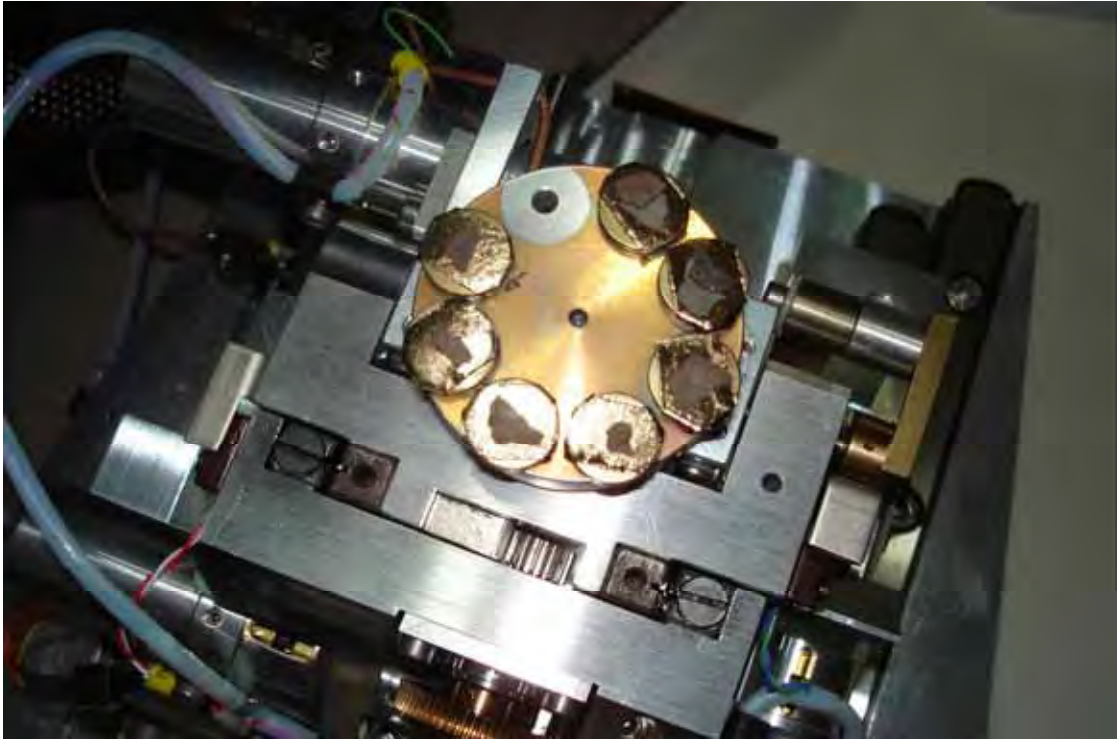


Figura 34: Cascas de ovos de crocodilomorfos fósseis preparadas para a obtenção de imagens em MEV.

9 - DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

Para melhor organização desta seção, a descrição dos materiais foi dividida em duas partes. A primeira se refere à descrição morfológica dos ovos e cascas em si e a segunda compreende a descrição das associações de ovos e cascas.

9.1 - Descrição dos ovos e cascas de ovos

Materiais estudados: FEF-PV-8/1, FEF-PV-8/2, FEF-PV-8/3, FEF-PV-8/4, FEF-PV-8/5, FEF-PV-8/6, FEF-PV-8/7, FEF-PV-8/8, FEF-PV-8/9, FEF-PV-8/10, FEF-PV-8/11, FEF-PV-8/12, FEF-PV-8/13, FEF-PV-8/14, FEF-PV-8/15, FEF-PV-8/16, FEF-PV-8/17 e FEF-PV-8/18.

Localidade: 12 quilômetros da cidade de Jales, no noroeste do Estado de São Paulo, região sudeste do Brasil (figura 35, 36 e 37).

Horizonte: Formação Adamantina, Grupo Bauru, Cretáceo Superior; Campaniano-Maastrichtiano (GOBBO-RODRIGUES *et al.*, 1999 a e b).

Descrição: ovos do tipo básico crocodilóide apresentando as seguintes características: alongados, de formato elipsóide com extremidades arredondadas; razão do comprimento pelo diâmetro de 1:0,55; superfície externa levemente ondulada; espessura da casca variando entre 0,15 a 0,25 mm; poros respiratórios com formato elíptico ou em “forma de gota”, cujo diâmetro de abertura varia entre 30 a 80 micrômetros; as unidades da casca (cuneiformes) estão bem justapostas, exibindo pequenos interstícios entre elas e apresentam um padrão de extinção irregular e divergente (sob microscopia de luz polarizada).

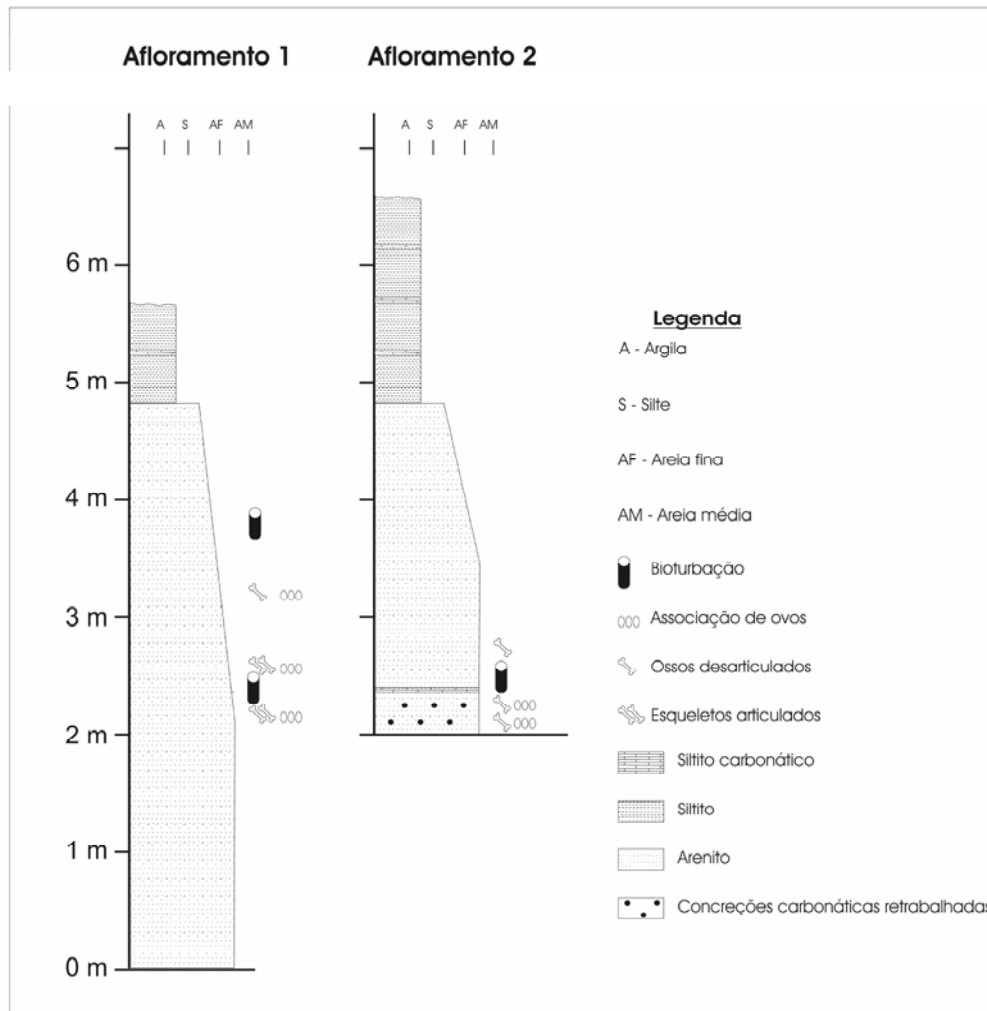
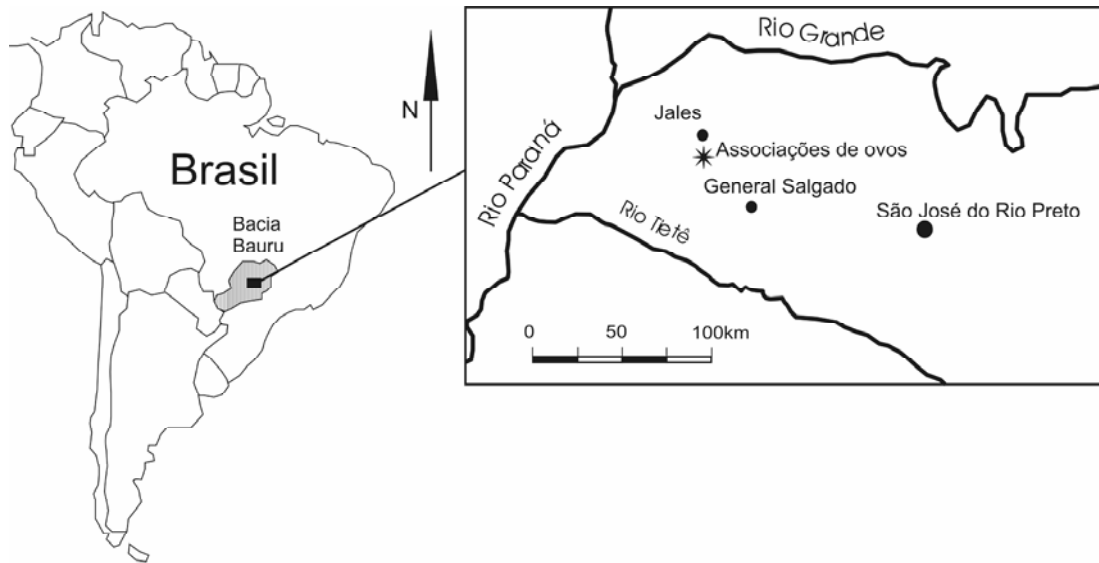


Figura 35: Mapa retratando a localidade onde as associações de ovos e cascas foram coletadas e duas seções estratigráficas dos afloramentos 1 e 2 presentes no referido local de coleta dos fósseis.



Figura 36: Croqui de afloramento (figura 01 – seta branca) presente na localidade de coleta dos ovos e cascas.

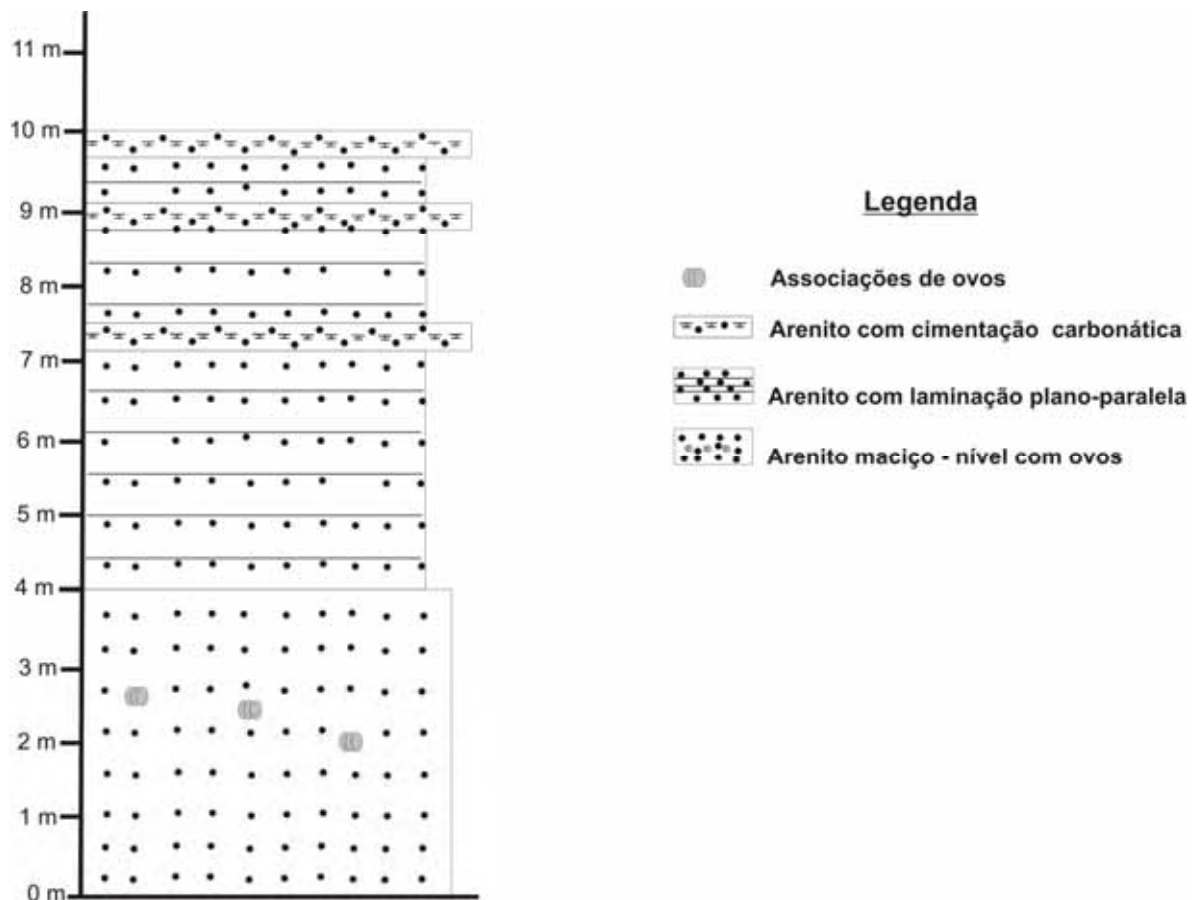


Figura 37: Seção estratigráfica do afloramento da figura anterior.

Preservação, tamanho e espessura da casca: todas as associações de ovos foram prospectadas em um afloramento da Formação Adamantina com aproximadamente 300 metros de comprimento. O processo erosivo contribuiu tanto para a exposição dessas associações quanto para sua parcial destruição. Por isso, nenhum dos ovos coletados está completamente inteiro, embora alguns exemplares se apresentem bem preservados. Além disso, os ovos e as inúmeras cascas de ovos não apresentam sinais de compressão, permitindo, assim, a sua análise macroestrutural e histoestrutural.

Os ovos são alongados e elipsóides, com extremidades arredondadas e em conformidade com o tipo básico crocodilóide. O comprimento longitudinal varia entre 57 a 65 mm, e o diâmetro equatorial varia entre 32 a 36 mm (figura 38 A-C). A razão do comprimento pelo diâmetro foi calculada nos três ovos mais preservados das associações. Tanto no ovo mais bem preservado da associação FEF–PV–8/1, quanto no FEF–PV–8/5, essa razão é 1:0,55, e a razão do ovo FEF–PV–8/18 é de 1:0,61. Porém, esta medida é estimativa, uma vez que este último não está completo. A espessura da casca varia de 0,15 a 0,25 mm (figura 38 E-F), ou seja, menor que a maioria dos outros ovos de crocodilomorfos (tabela 3).

Corte radial da casca: todas as seções analisadas através de microscópio de luz polarizada mostraram o mesmo padrão morfológico, ou seja, o típico padrão de extinção crocodilóide com camadas maciças, irregulares, divergentes e cônicas (figura 39). Sob MLP e MEV, são observadas unidades da casca formando uma camada cuneiforme que se irradia dos grupos de placas basais e se apresentam bem justapostas, com contato entre elas na metade ou menos da metade de sua altura, deixando evidente uma ampla faixa de justaposição, resultando nos pequenos interstícios na base (figura 38 E-F, figura 39 B, D-F e figura 40 A). Em nenhuma das amostras foram observadas linhas de acreção horizontal. Na figura 39 A (seta), foi observada uma camada maciça e acinzentada entre duas cascas sobrepostas que é, tentativamente, atribuída à membrana da casca. Entretanto, traços de impressões das fibras não foram observados como em alguns exemplares de *K. helleri* (KOHRING & HIRSCH, 1996).

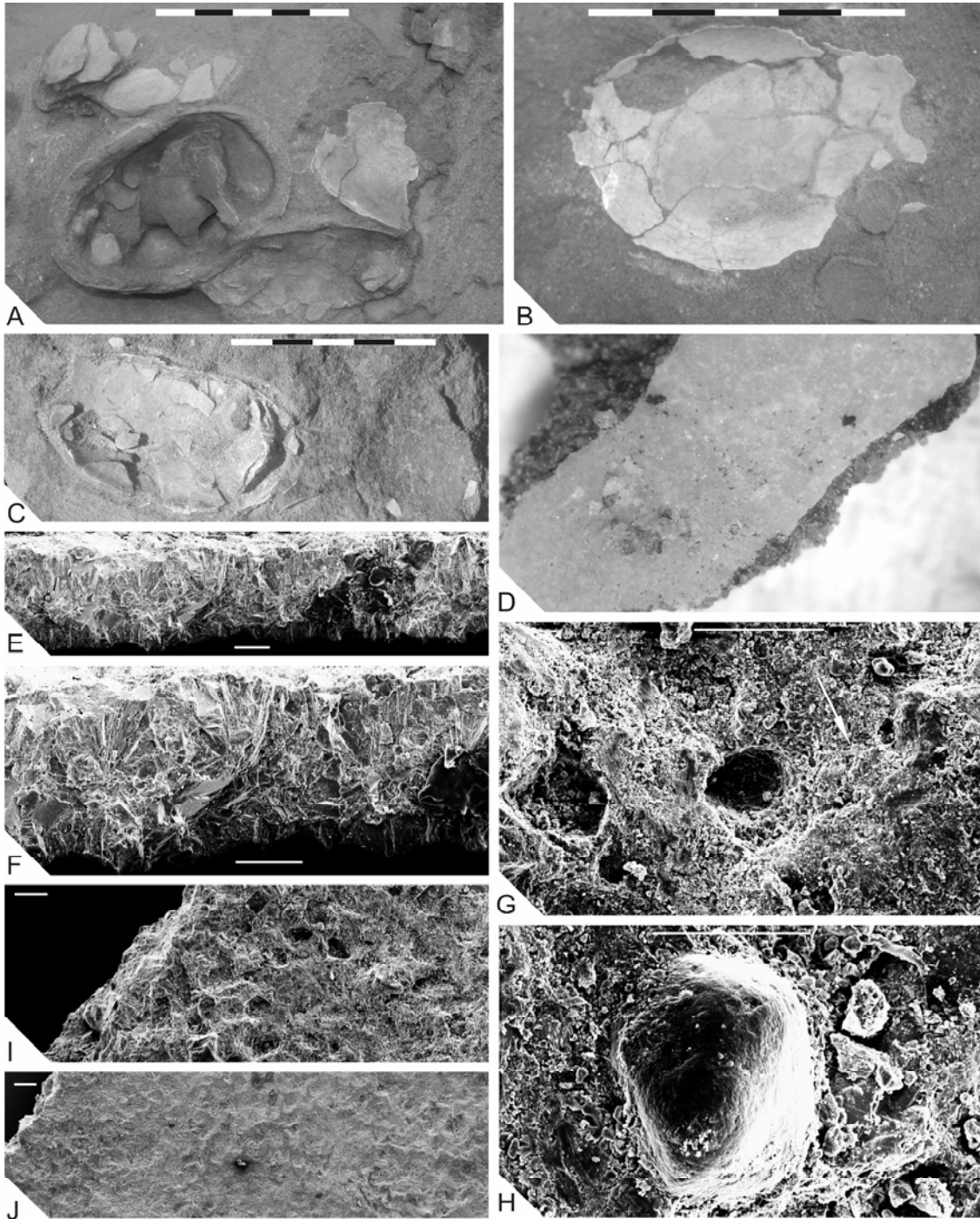


Figura 38: Ovos fósseis de *Baurusuchus* sp provenientes da Formação Adamantina. **A**, espécime FEF – PV – 8/1. **B**, espécime FEF – PV – 8/18. **C**, espécime FEF – PV – 8/5. **D**, ornamentação da casca do espécime FEF – PV – 8/1 (superfície externa) – aumento de 20 X. **E**, MEV, corte radial mostrando as unidades básicas do espécime FEF – PV – 8/1. **F**, MEV, corte radial mostrando as unidades básicas do holótipo FEF – PV – 8/1. **G**, MEV, superfície externa mostrando abertura dos poros e sinais tênues de degradação extrínseca (seta) do espécime FEF – PV – 8/1. **H**, MEV, superfície externa mostrando os poros com formato de “gota” do espécime FEF – PV – 8/1. **I**, MEV, superfície interna mostrando abertura dos poros do espécime FEF- PV – 8/1. **J**, MEV, superfície interna da região polar mostrando abertura dos poros do espécime FEF – PV – 8/1. Barra de escala em **A- C**, 5 cm; **D**, 5mm, **E-J**, 100 μ m.

Superfície externa da casca: a superfície externa apresenta pequenas ondulações com poros distribuídos irregularmente (figuras 38 D, G-H e 40 C). A superfície externa e os poros mostram sinais tênues de degradação extrínseca.

Os poros são irregularmente espaçados e relativamente grandes com margens bem definidas. Em alguns exemplares, a distância entre os poros parece ser menor do que 100 micrômetros, mas a contagem média de poros por mm^2 é de, aproximadamente, três. O tamanho do poro varia de 30 a 80 micrômetros. A abertura externa varia de elipsóide a “forma de gota” com uma borda ampla e arredondada e a outra aguda. Alguns poros apresentam pequenos sinais de degradação extrínseca, entretanto, em todas as amostras a borda possui margens bem definidas (figuras 38 G-H e 40 B-C).

Superfície interna da casca: a superfície interna apresenta ondulações e, como a superfície externa, tem sinais de estruturas semelhantes a pequenas crateras produzidas pelos grãos de quartzo em contato com essa superfície (figuras 38 I e 40 D). Os grupos de placas basais não são nitidamente observáveis, mas algumas amostras apresentam saliências bem definidas, o que sugere a presença de tais estruturas (figuras 39 B, seta, e 39 D). Observam-se várias aberturas de poros respiratórios com margens bem definidas. Diferentemente da superfície externa da casca, eles não mostram nenhum sinal de degradação (figuras 38 I e 40 D).

Tabela 3 – Espessura da casca e tamanho de ovos de crocodilomorfos fósseis e modernos.

Material	Número	Espessura da casca (mm)	Tamanho (mm)	Razão	Referências
Crocodilomorfos modernos					
<i>Crocodylus acutus</i>	HEC 6	0.45	48 x 77	1: 0.62	Hirsch & Kohring (1992)
<i>Crocodylus niloticus</i>	HEC 175	0.53	51 x 78	1: 0.65	Hirsch (1983)
<i>Crocodylus porosus</i>	HEC 526	0.53	52 x 81	1: 0.64	Hirsch & Kohring (1992)
<i>Crocodylus johnstoni</i>	HEC-1	0.40	40 x 58	1: 0.69	Hirsch & Kohring (1992)
<i>Alligator mississippiensis</i>	HEC 174	0.53	42 x 76	1: 0.55	Hirsch & Kohring (1992)
<i>Alligator mississippiensis</i>	HEC 33	0.51-0.53	41.1 x 68.2	1: 0.60	Hirsch (1983)
Crocodilomorfos fósseis					
<i>Krokolithes wilsoni</i>	UCM 47523A	0.25-0.45	36 x 56 30 x 50 estimativa	1: 0.64 1: 0.60	Hirsch (1985)
<i>Krokolithes helleri</i>	HEC 411-1 HEC 411-2 HEC 411-4 HEC 413-1 HEC 413-6 HEC 413-13	0.36-0.45 0.30 0.29-0.36 0.35-0.45 - 0.30-0.35	44 x 44 30 x 35 19 x 40 35 x 60 30 x 53 25 x 52 35x65 estima	1: 0.58 1: 0.55	Kohring & Hirsch (1996) Continua... Continuação
Espécimes da Formação Bridger – Eoceno Médio	USNM 12597 HEC 128	0.60-0.70	44 x 65 44 x 68	1: 0.68 1: 0.65	Hirsch & Kohring (1992)
Espécimes da Formação Araçatuba – Cretáceo Superior	UFRJ-DG 298 IcV	0.24-0.36	30 x 50 30 x 45	1: 0.60 1: 0.66	Magalhães Ribeiro <i>et al.</i> (2006)
Espécimes da Formação Adamantina – Cretáceo Superior	FEF-PV-8/1 FEF-PV-8/5	0.15-0.25	36 x 65 32 x 58	1: 0.55 1: 0.55	Este trabalho
Espécimes da Formação Glen Rose – Cretáceo Inferior	SMU 74977	0.60-0.70	28 x 49	1: 0.57	Rogers (2000)

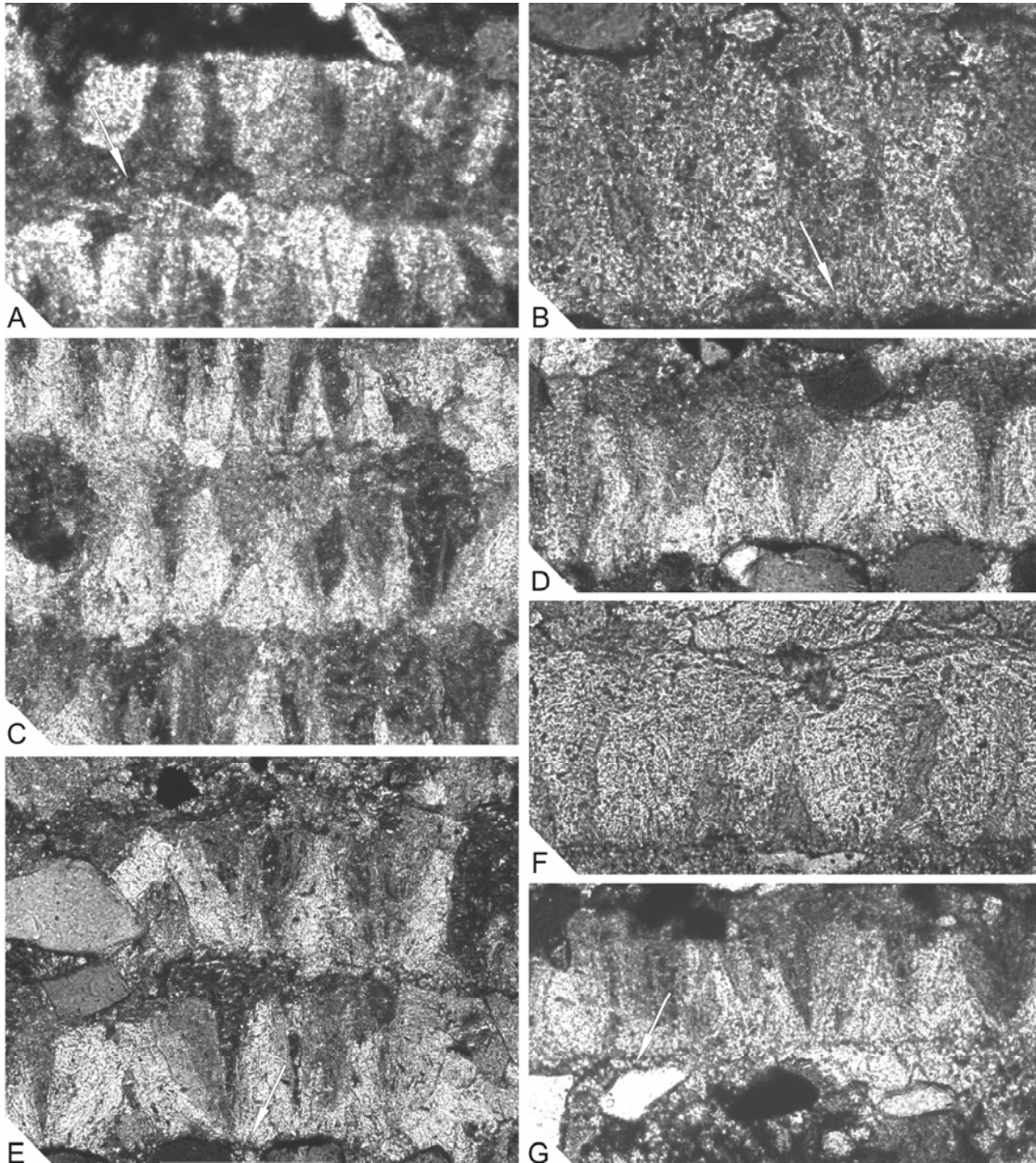


Figura 39: Ovos fósseis de *Baurusuchus* sp provenientes da Formação Adamantina - corte radial da casca vista através de microscópio de luz polarizada. **A**, espécime FEF – PV – 8/1, 20X (camadas sobrepostas). **B**, espécime FEF – PV – 8/1 (seta – prováveis placas basais), 40X. **C**, espécime FEF – PV – 8/2, 20X (camadas sobrepostas). **D**, espécime FEF – PV – 8/3, 20X. **E**, espécime FEF – PV – 8/3, 20X (camadas sobrepostas). **F**, espécime FEF – PV – 8/3, 20X. **G**, espécime FEF – PV – 8/3 (seta – provável membrana da casca), 20X.
 Fonte: o autor, (2007).

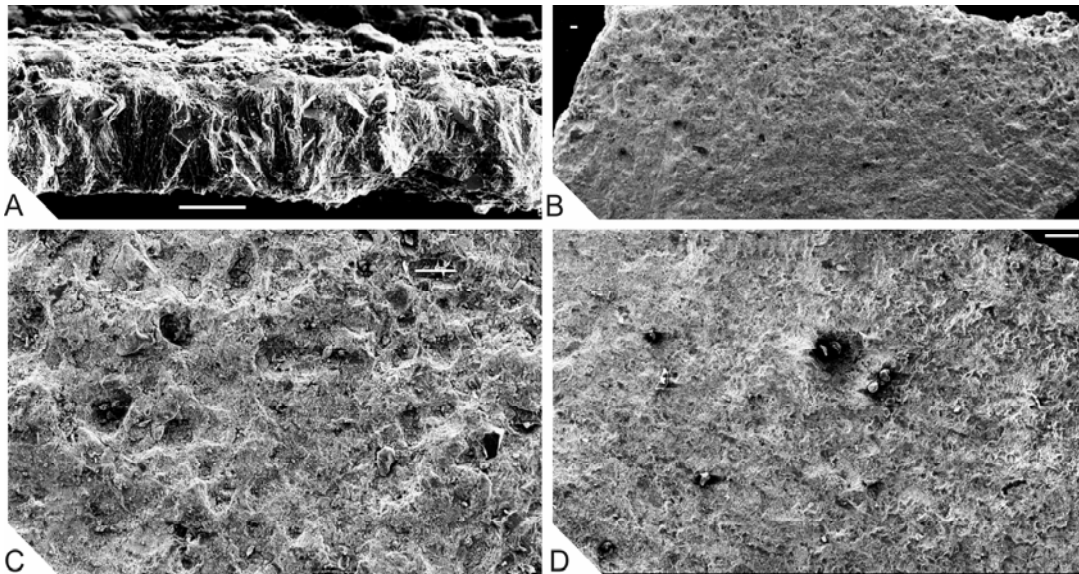


Figura 40: Ovos fósseis de *Baurusuchus* sp provenientes da Formação Adamantina. **A**, MEV, corte radial mostrando as unidades básicas do espécime FEF – PV – 8/3. **B**, MEV, superfície externa mostrando o espécime FEF – PV – 8/5. **C**, MEV, superfície externa mostrando a distribuição dos poros do espécime FEF – PV – 8/5. **D**, MEV, superfície interna mostrando as saliências na abertura dos poros do espécime FEF – PV – 8/5. Barra de escala de 100 μm .

9.2 - Descrição das associações de ovos e cascas de ovos

Esta seção trata da descrição da forma como as associações de ovos se apresentam. Esse procedimento tem como objetivo fornecer subsídios para as comparações com outros conjuntos de associações de ovos fósseis e com ninhos de crocódilomorfos atuais.

Associação FEF – PV – 8/1

A associação FEF – PV – 8/1 (figura 41) apresenta quatro ovos (um bem preservado e três mal preservados). O ovo mais bem preservado possui 36 mm de largura por 65 mm de comprimento. No seu interior há 15 fragmentos de cascas, quatro das quais estão com a concavidade voltada para cima, nove estão com a concavidade voltada para baixo e dois se apresentam com orientação indeterminada. O ovo mal preservado apresenta-se bem fragmentado, com 28 mm de largura e 46 mm de comprimento, contabilizando um total de 29 fragmentos de cascas, em que 26 estão com a concavidade voltada para cima, dois estão com a concavidade voltada para baixo e um está com orientação indeterminada. O outro ovo mal preservado possui poucos fragmentos de casca, em que apenas três com a

concauidade voltada para cima são contabilizados, não ocorrendo fragmentos com orientação indeterminada e com a concauidade voltada para baixo; este ovo apresenta 26 mm de largura por 29 mm de comprimento.

O terceiro ovo mal preservado possui dois fragmentos com a concauidade voltada para cima, oito com a concauidade voltada para baixo e um está com orientação indeterminada. Este ovo possui 25 mm de largura e 51 mm de comprimento.

Ao redor dos ovos foram contabilizados 11 fragmentos de cascas, dos quais dois estão com a concauidade voltada para cima, cinco estão com a concauidade voltada para baixo e quatro estão com orientação indeterminada. As cascas, tanto no interior dos ovos quanto fora dos mesmos, estão distribuídas aleatoriamente, sem apresentar um padrão de orientação; também há uma variação de formas (retangulares, quadradas, arredondadas) e o tamanho dos fragmentos de casca variou entre 1 a 30 mm de comprimento.

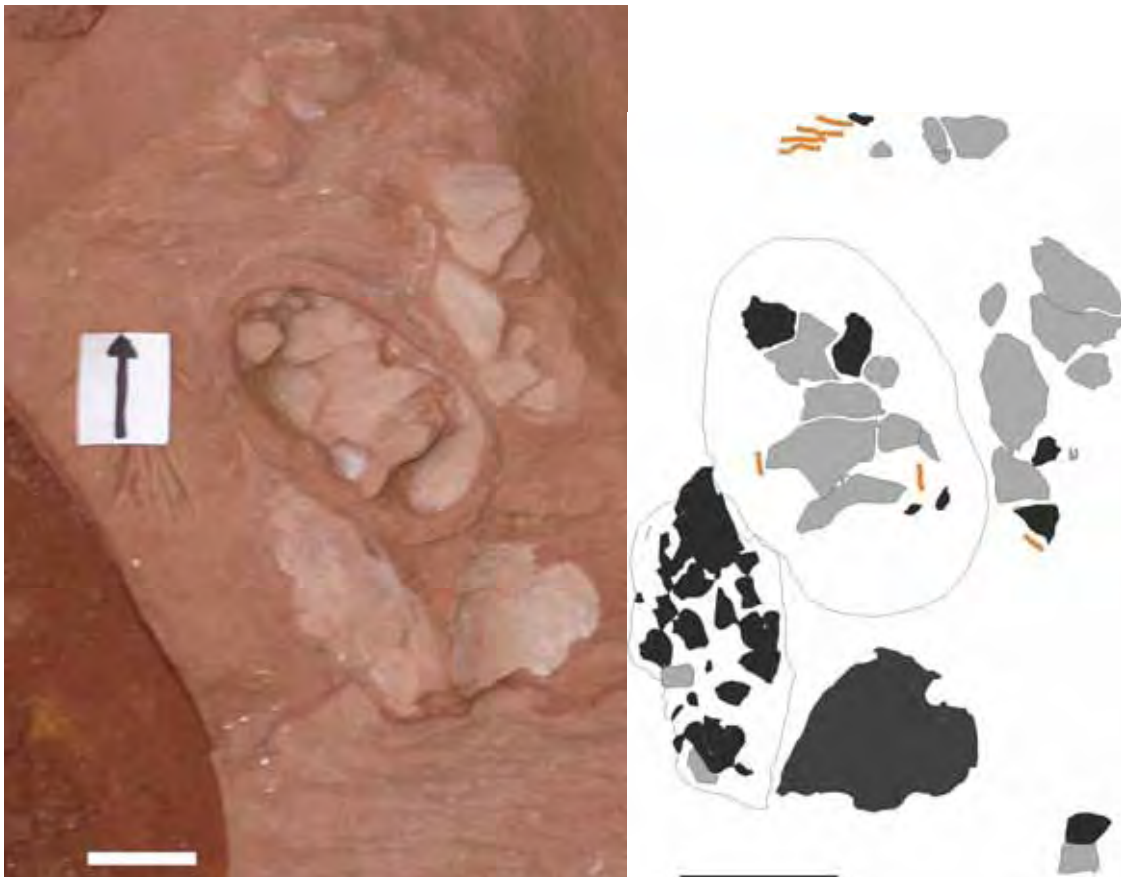


Figura 41: Associação de ovos e cascas de ovos FEF – PV – 8/1. Cascas em preto estão com a concauidade voltada para cima; cascas em cinza estão com a concauidade voltada para baixo; cascas em laranja possuem orientação indeterminada. Escala-20 mm.

Nesta associação também foi observado que alguns ovos estão um pouco mais acima, cerca de 2 a 3 cm, do que os outros, e todos possuem, aproximadamente, a mesma orientação com relação ao norte.

Associação FEF – PV – 8/2

A associação FEF – PV – 8/2 (figura 42) apresenta um ovo mal preservado com 19 mm de largura e 29 mm de comprimento, sendo que 10 fragmentos de cascas são observados e todos estão com a concavidade voltada para cima.

Ao redor do ovo, há dois fragmentos com a concavidade voltada para cima e um com orientação indeterminada. Não foram observados fragmentos com a concavidade voltada para baixo. Os fragmentos variam de 3 a 27 mm de comprimento. Os fragmentos possuem formatos variados (quadrangulares, retangulares e arredondados). Estão dispostos de maneira aleatória na associação, não apresentando, portanto, um padrão de orientação.



Figura 42: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/2. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima; cascas em laranja possuem orientação indeterminada. Escala - 20 mm.

Associação FEF – PV – 8/3

A associação FEF – PV – 8/3 (figura 43) possui dois ovos mal preservados e muitos fragmentos de casca. Um dos ovos possui 21 mm de largura por 49 mm de comprimento e está fragmentado em 24 cascas com a concavidade voltada para cima, quatro com a concavidade voltada para baixo e nenhum com orientação

indeterminada. O outro ovo possui 24 mm de largura por 36 mm de comprimento e apresenta três cascas com a concavidade voltada para cima, 14 voltados para baixo e nenhum fragmento com orientação indeterminada. Ao redor dos ovos, são observados 31 fragmentos com a concavidade voltada para cima, cinco com a concavidade voltada para baixo e nenhum com orientação indeterminada. Essas cascas não apresentam um padrão de orientação, ou seja, estão dispostas aleatoriamente no sedimento. Possuem formatos irregulares e variados e apresentam uma variação de tamanho entre 2 a 18 mm de comprimento.

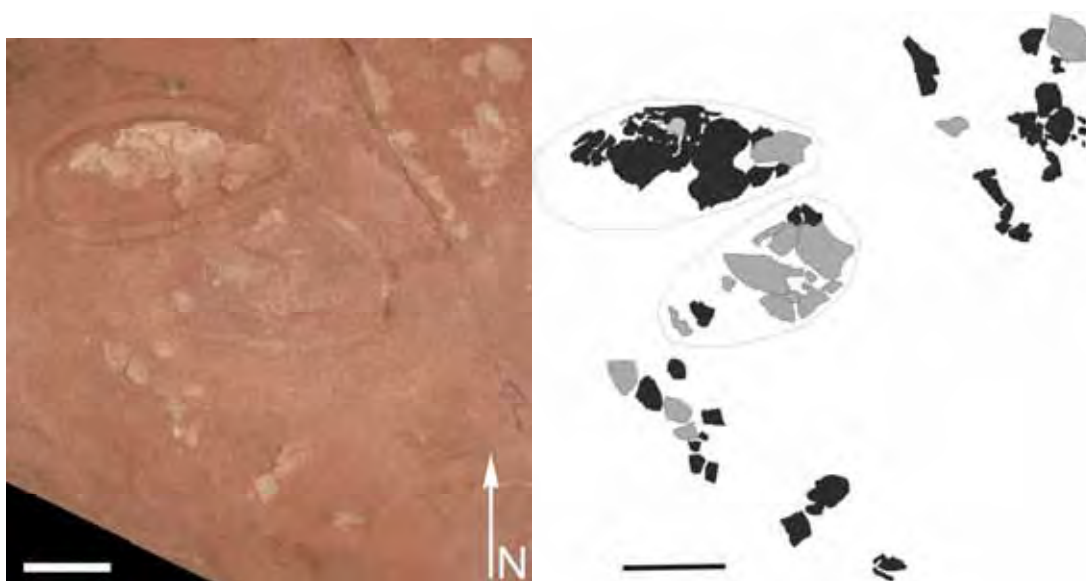


Figura 43: Associação de cascas de ovos FEF – PV – 8/3. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima e cascas em cinza estão com a concavidade voltada para baixo. Escala-20 mm.

Associação FEF – PV – 8/4

A associação FEF – PV – 8/4 (figura 44) não apresenta nenhum ovo identificado, no entanto, possui dois fragmentos de cascas com a concavidade voltada para cima, dois com a concavidade voltada para baixo e nenhum com orientação indeterminada. Os fragmentos possuem um formato retangular e o tamanho varia de 5 a 12 mm; também não foi observada orientação preferencial.



Figura 44: Associação de cascas de ovos FEF – PV – 8/4. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima e cascas em cinza estão com a concavidade voltada para baixo. Escala-20 mm.

Associação FEF – PV – 8/5

A associação FEF – PV – 8/5 (figura 45) apresenta um ovo relativamente bem preservado com 32 mm de largura por 58 mm de comprimento, contendo 23 fragmentos de cascas no seu interior, sendo que 13 unidades estão com a concavidade voltada para cima, uma está com orientação indeterminada e nove estão com a concavidade voltada para baixo. Ao redor do ovo foram contabilizados 21 fragmentos de cascas, sendo que duas estão com orientação indeterminada, seis estão com suas concavidades voltadas para baixo e 13 com suas concavidades voltadas para cima. Os fragmentos são irregulares e apresentam formas variadas, cujo tamanho varia de 2 a 23 mm de comprimento.

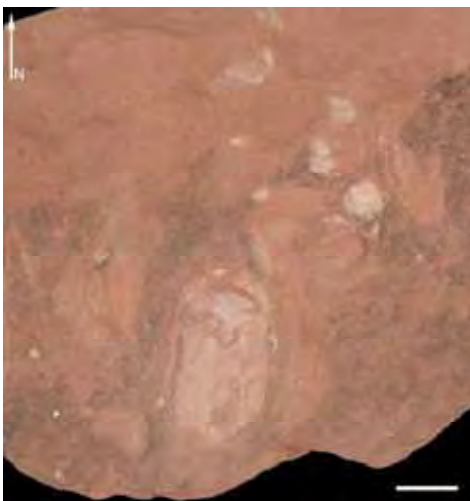


Figura 45: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/5. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima; cascas em cinza estão com a concavidade voltada para baixo e cascas em laranja possuem orientação indeterminada. Escala-20 mm.

Associação FEF – PV – 8/6

A associação FEF – PV – 8/6 (figura 46) é composta por duas partes que se destacaram uma da outra no procedimento de coleta, pois a erosão e o pisoteio do gado tornaram as partes muito frágeis, no entanto, as avarias não afetaram a integridade dos fragmentos de cascas presentes na matriz. Ambos os pedaços possuem 11 fragmentos com a concavidade voltada para cima, sete com a concavidade voltada baixo e cinco com orientação indeterminada. Os fragmentos variam de 1 a 10 mm de comprimento e apresentam formatos variados (quadrados, retangulares e arredondados).

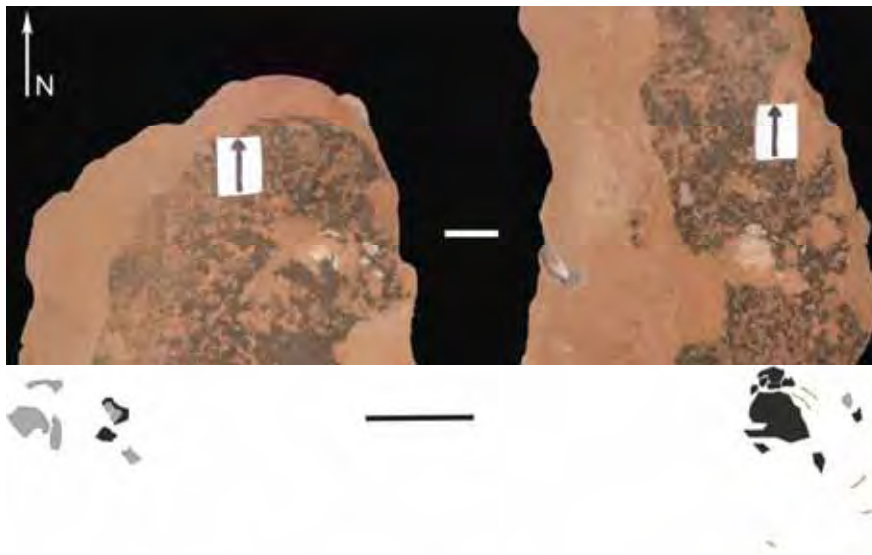


Figura 46: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/6. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima; cascas em cinza estão com a concavidade voltada para baixo e cascas em laranja possuem orientação indeterminada. Escala-20 mm.

Associação FEF – PV – 8/7

A associação FEF – PV – 8/7 (figura 47) apresenta somente fragmentos de casca de ovos, sendo que seis unidades estão com suas concavidades voltadas para baixo, 17 com suas concavidades voltadas para cima e seis fragmentos estão com orientação indeterminada. O formato dos fragmentos é irregular e o tamanho variou entre 1 a 6 mm de comprimento.

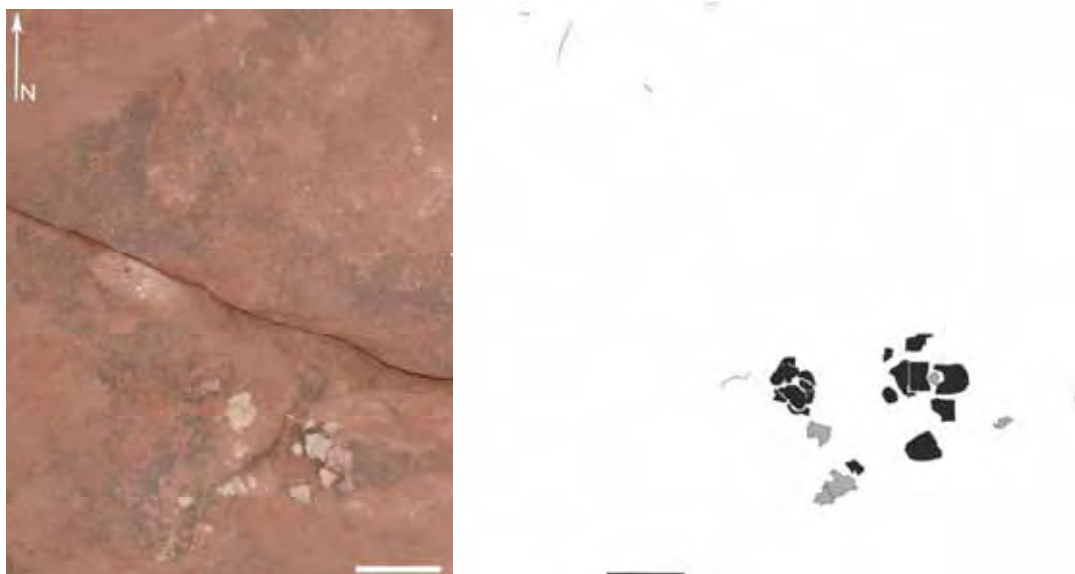


Figura 47: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/7. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima; cascas em cinza estão com a concavidade voltada para baixo e cascas em laranja possuem orientação indeterminada. Escala-20 mm.

Associação FEF – PV – 8/8

Esta associação apresentava poucas cascas de ovos e foi sacrificada para a realização das primeiras imagens de MEV.

Associação FEF – PV – 8/9

A associação FEF – PV – 8/9 (figura 48) apresenta um ovo mal preservado com 22 mm de largura por 34 mm de comprimento. Esse ovo é composto por cinco cascas com a concavidade voltada para cima e uma com a concavidade voltada para baixo. Ao redor do ovo, há 15 fragmentos com a concavidade voltada para cima, 19 com a concavidade voltada para baixo e sete com orientação indeterminada, provavelmente correspondendo a um outro ovo bem fragmentado. O formato dos fragmentos é variado (arredondado, quadrangular e retangular), sem apresentarem um padrão de disposição. O tamanho varia de 1 a 27 mm.

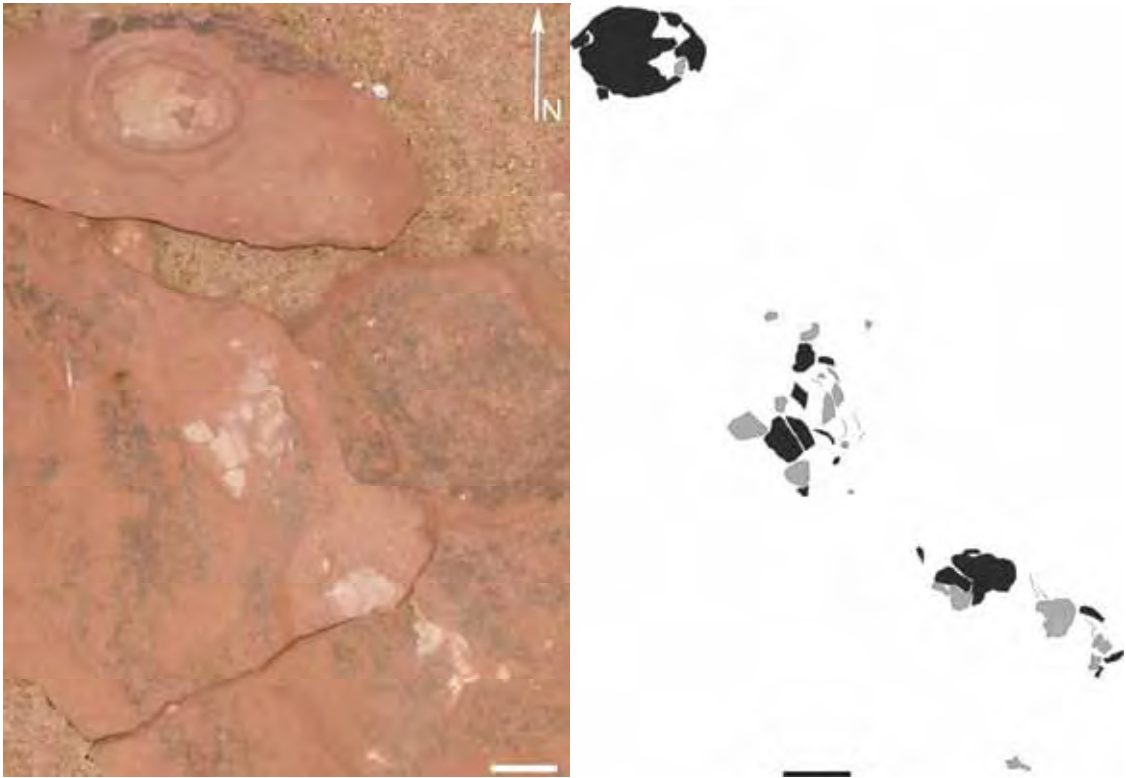


Figura 48: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/9. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima; cascas em cinza estão com a concavidade voltada para baixo e cascas em laranja possuem orientação indeterminada. Escala-20 mm.

Associação FEF – PV – 8/10

A associação FEF-PV-8/10 (figura 49) apresenta um ovo mal preservado com algumas cascas deformadas. Esse ovo apresenta 33 mm de largura e 47 mm de comprimento. No seu interior foram contabilizados três fragmentos com a concavidade voltada para cima, seis com a concavidade voltada para baixo e onze com orientação indeterminada. Ao redor do ovo, há oito fragmentos com a concavidade voltada para cima, 23 com a concavidade voltada para baixo e seis com orientação indeterminada. Não há um padrão de orientação na distribuição dos fragmentos, que estão dispostos aleatoriamente dentro e ao redor do ovo. Há uma variedade de formas, em que alguns fragmentos se apresentam, em formato, aproximadamente retangulares, quadrados e arredondados. O tamanho varia de 2 a 16 mm.

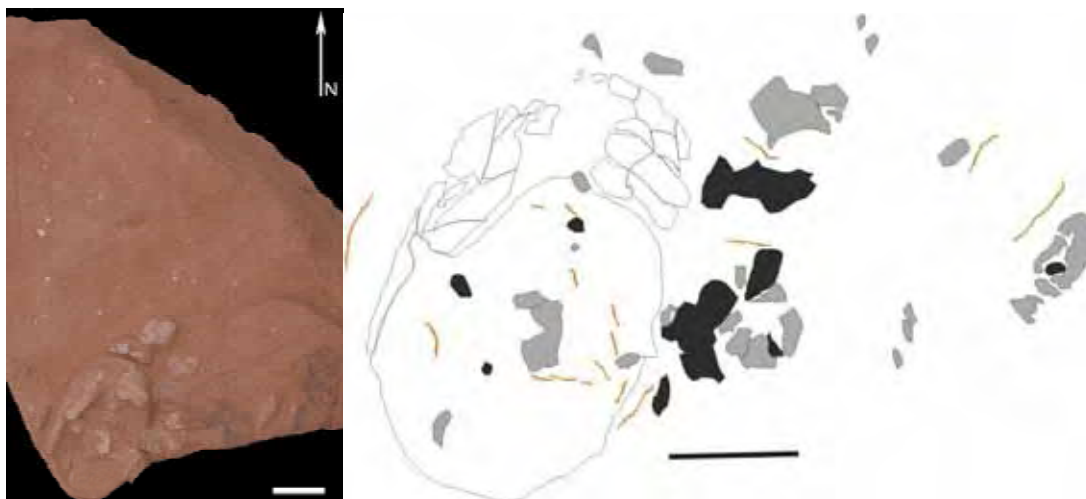


Figura 49: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/10. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima; cascas em cinza estão com a concavidade voltada para baixo e cascas em laranja possuem orientação indeterminada. Escala-20 mm.

Associação FEF – PV – 8/11

No espécime FEF – PV – 8/11 (figura 50), não há ovos inteiros, porém, foram contabilizados 16 fragmentos de cascas com a concavidade voltada para cima, 33 com a concavidade voltada para baixo e 11 com orientação indeterminada. As cascas apresentam formato variado (quadradas, retangulares e arredondadas) com um tamanho que variou de 0,5 a 11 mm de comprimento em seu diâmetro maior. Todas essas cascas são observadas na face superior da associação e, ao contrário das outras associações, nesta foram detectadas, na região inferior, três fragmentos de cascas com orientação indeterminada com 2, 4, 17 mm de comprimento respectivamente, e um com a concavidade voltada para baixo medindo 25 mm de comprimento.

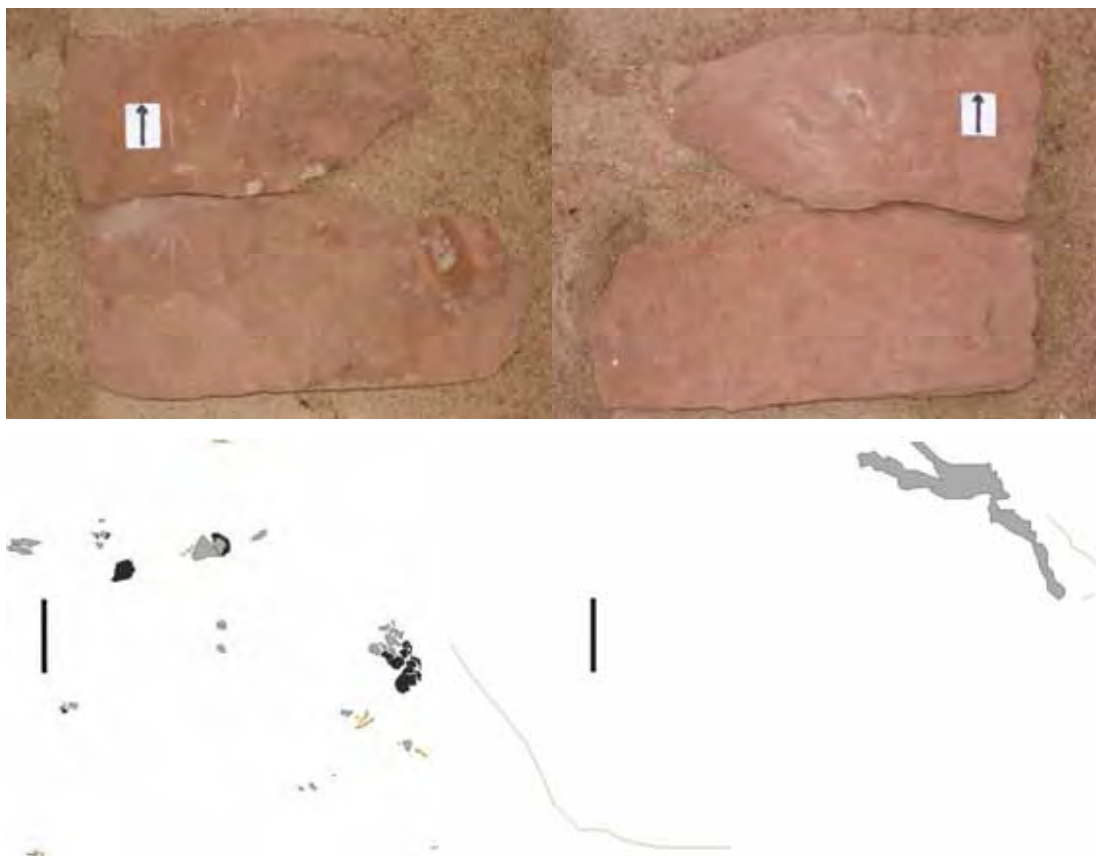


Figura 50: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/11. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima; cascas em cinza estão com a concavidade voltada para baixo e cascas em laranja possuem orientação indeterminada. Escala-20 mm.

Associação FEF – PV – 8/16

A associação FEF – PV – 16 (figura 51) contém um ovo mal preservado com 27 mm de largura e 43 mm de comprimento e está fragmentado em quatro cascas deformadas e sobrepostas (todas estão com suas concavidades voltadas para cima) e um fragmento com orientação indeterminada. Ao redor desse conjunto são diferenciados dois fragmentos com suas concavidades voltadas para cima, três com suas concavidades voltadas para baixo e nenhuma com orientação indeterminada. O tamanho das cascas varia entre 2 a 42 mm. A maioria das cascas apresenta formato retangular ou arredondado e, ao contrário das outras associações cujas cascas apresentam disposição aleatória, no espécime FEF-PV-16, a maioria das cascas orienta-se para noroeste.

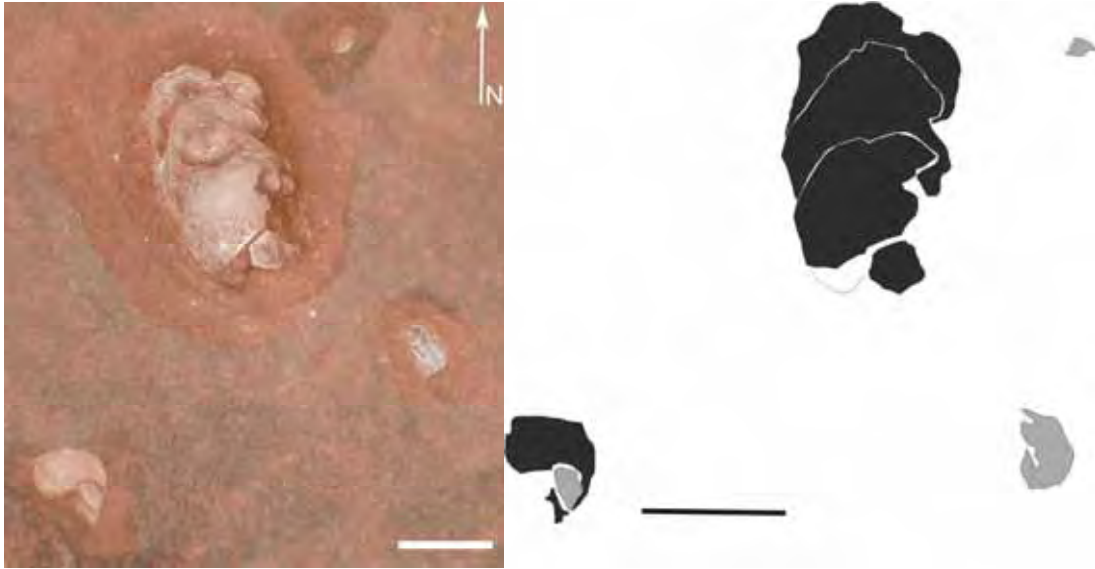


Figura 51: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/16. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima; cascas em cinza estão com a concavidade voltada para baixo e cascas em laranja possuem orientação indeterminada. Escala-20 mm.

Associação FEF – PV – 8/18

A associação FEF – PV – 8/18 (figura 52) contém um ovo mal preservado com 35 mm de largura por 57 mm de comprimento que se encontra fragmentado em 19 cascas, sendo que todas estão com a concavidade voltada para cima. Não foram observadas cascas com orientação indeterminada e também com suas concavidades voltadas para baixo.

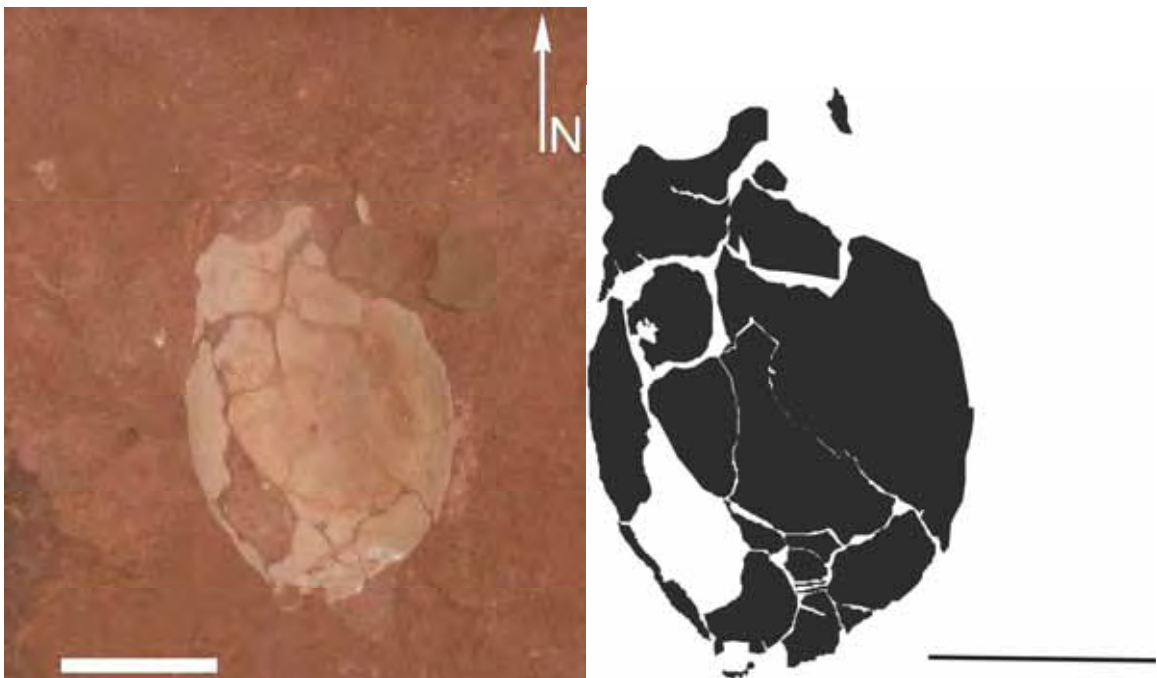


Figura 52: Associação de cascas de ovos FEF – PV - 8/18. Cascas em preto estão com a concavidade voltada para cima. Escala-20 mm.

De forma geral, a distância observada entre as associações no afloramento apresentou uma grande variação. No entanto, deve-se levar em consideração que a provável não-preservação de muitas associações pode influenciar nas medidas das distâncias máximas verificadas entre estas associações.

As medidas averiguadas em campo são: a associação FEF – PV – 8/1 está a 22,90 m da associação FEF – PV – 8/2; as associações FEF – PV – 8/2 e FEF – PV – 8/3 estão distantes 3,05 m uma da outra; a associação FEF – PV – 8/4 está a 47,80 da associação FEF – PV – 8/3; a associação FEF – PV – 8/6 está a 1,65 m de distância da associação FEF – PV – 8/5 e a associação FEF – PV – 8/7 está a um 1,85 m da associação FEF – PV – 8/6 (figura 1).

Em um outro conjunto de associações, observou-se que a associação FEF – PV – 8/10 está a 3,2 m da associação FEF – PV – 8/9; a associação FEF – PV – 8/11 está a 9,2 m da associação FEF – PV – 8/10; a associação FEF – PV – 8/12 está a 2,3 m da associação FEF – PV – 8/11 e a associação FEF – PV – 8/13 está a 11,25 m da associação FEF – PV – 8/12. Há um desnível de, aproximadamente, 2 metros entre a associação FEF – PV – 8/13 e as associações FEF – PV – 8/9 e FEF – PV – 8/10 (figura 1).

Em outro conjunto de associações, um esqueleto articulado e bem preservado de *Baurusuchus* foi encontrado a 11,4 m da associação FEF – PV – 8/14. Por sua vez a associação FEF – PV – 8/15 está a 1,8 m da associação FEF – PV – 8/14 e a associação FEF – PV – 8/16 está a 2,35 m da associação FEF – PV – 8/15 (figura 1).

10 - COMPARAÇÃO E DISCUSSÃO

10.1 - Ovos e cascas de ovos

O formato, a espessura da casca e a histoestrutura das unidades da casca (padrão de extinção divergente e o formato da abertura dos poros) indicam claramente que os ovos descritos neste trabalho são do tipo básico crocodilóide.

Comparado com a descrição de outros ovos de crocodilomorfos na literatura, os ovos aqui descritos possuem a mesma forma geral e ornamentação da superfície externa que *K. wilsoni* (HIRSCH, 1985), o ovo da Formação Bridger (HIRSCH & KOHRING, 1992), *K. helleri* (KOHRING & HIRSCH, 1996), do ovo da Formação Glen Rose (ROGERS, 2000) e do ovo da Formação Araçatuba (MAGALHÃES RIBEIRO *et al.*, 2006). Entretanto, a razão do comprimento pelo diâmetro é bem diferente. Enquanto os ovos completos encontrados possuem uma razão de 1:0,55, a do ovo (SMU 74977) da Formação Glen Rose foi de 1:0,57 (ROGERS, 2000) e o ovo da Formação Bridger (USNM 12597, Hirsch e Kohring, 1992) possui a razão de 1:0,68. Na descrição dos ovos oriundos da Formação Araçatuba, os autores apresentaram duas mensurações para o mesmo ovo ao longo do texto. De qualquer modo, utilizando ambas as medidas, a razão é maior que 1:0,60.

Os ovos aqui descritos apresentaram uma razão comprimento pelo diâmetro diferente dos crocodilomorfos modernos (*Crocodylus acutus*, *C. niloticus*, *C. porosus*, *C. johnsoni* e *Alligator mississippiensis*), que variou de 1:0,60 a 1:0,69 (HIRSCH, 1983; HIRSCH & KOHRING, 1992). A mensuração apresentada por Hirsch e Kohring (1992) para *A. mississippiensis*, entretanto, mostrou uma razão de 1:0,55, contrastando com a medida apresentada em Hirsch (1983). Dessa forma, considerando a razão do comprimento pelo diâmetro, os ovos aqui descritos são proporcionalmente mais alongados que os outros ovos fósseis previamente descritos. A razão mais similar encontrada em outro ovo fóssil foi o ovo da Formação Glen Rose (ROGERS, 2000), entretanto este é consideravelmente menor (tabela 3).

A espessura da casca também difere nos ovos aqui descritos quando comparados com outros ovos fósseis (tabela 3). Ela varia de 0,15 a 0,25 mm enquanto em outros ovos fósseis a variação fica entre 0,24 a 0,70 mm, sendo mais de duas vezes mais fina que a ovo da Formação Glen Rose (ROGERS, 2000) e o ovo da Formação Bridger (HIRSCH & KOHRING, 1992).

Parece haver uma correlação entre a espessura da casca e a presença de degradação extrínseca. Em ovos de crocodilomorfos atuais, que possuem cascas até três vezes mais espessa do que as analisadas neste trabalho, a degradação extrínseca é muito acentuada; já nos ovos de crocodilomorfos coletados na Formação Adamantina, cuja casca é bem menos espessa, não há sinais claros de degradação extrínseca.

Lamenta-se que não exista informação sobre a morfologia dos poros, tamanho e distribuição para alguns dos ovos fósseis relatados na literatura, principalmente devido à presença de uma camada de depósito secundário, como por exemplo, em Hirsch e Kohring (1992) e Magalhães Ribeiro *et al.* (2006).

As aberturas dos poros dos ovos aqui descritos variam de 30 a 80 μm sendo menor do que de *K. wilsoni*, que varia de 50 a 200 μm . Os poros nos ovos aqui descritos diferem de *K. wilsoni* por serem mais alongados ou em “forma de gota”. Além disso, também diferem de *K. helleri*, que possui crateras ovaladas contendo poros.

A quantidade de poros numa determinada área da casca não foi avaliada em ovos fósseis na literatura. Nos ovos aqui descritos, entretanto, esse cálculo foi realizado e apresentou 3 poros/ mm^2 .

Diferentemente de *K. wilsoni*, *K. helleri* e do ovo da Formação Bridger, não foram observados grupos de placas basais em nenhuma das amostras analisadas em MEV. Entretanto, essa ausência pode ser considerada como uma interferência tafonômica provocada pelo contato dos grãos de quartzo que deformaram a superfície interna da casca. Todavia, as camadas cuneiformes (“wedge layers”) provenientes dos grupos de placas basais foram observadas nas cascas de ovos aqui descritos nas análises de seções delgadas ou lâminas (MLP).

Nos ovos aqui descritos, as unidades da casca estão mais justapostas do que em outros ovos fósseis (figuras 39 B, D e F). Estas unidades são menos divergentes com relação à base da camada em forma de cunha e seus lados são mais paralelos em relação a cada unidade. Esse padrão faz com que os interstícios entre as camadas cuneiformes sejam menores.

Mikhailov *et al.* (1996) estabeleceram um critério para descrever oofamílias, oogêneros e ooespécies baseado no formato do ovo e na histoestrutura das cascas. De acordo com os autores, as oofamílias são baseadas em seu morfotipo estrutural, ornamentação da superfície externa e sistema de poros. Considerando esse critério,

os ovos aqui descritos podem ser considerados como pertencentes a oofamília Krokolithidae por possuírem o mesmo morfotipo estrutural, ornamentação da superfície externa e sistema de poros.

Mikhailov *et al.* (1996) também estabeleceram os critérios para o oogênero baseado no formato do ovo e nas diferenças nos morfotipos estruturais, ornamentação da superfície externa e sistema de poros. Eles também determinaram critérios para o estabelecimento de uma ooespécie baseados na variação da espessura da casca, tamanho do ovo e padrão externo dos poros. Observando tais critérios e considerando a diagnose do oogênero *Krokolithes* e das ooespécies *K. wilsoni* e *K. helleri*, os ovos aqui descritos não se enquadram a estes táxons, pois diferem em sua razão comprimento pelo diâmetro, espessura da casca mais fina e, até onde as comparações permitem uma distinta morfologia dos poros.

Variações morfológicas entre ninhos, dentro de um mesmo ninho ou ainda em diferentes regiões de um mesmo ovo foram relatadas por Hirsch e Kohring (1992) e Mikhailov *et al.* (1996) como um problema que poderia dificultar uma melhor avaliação dos ovos fósseis. Esses autores, porém, consideraram a influência do processo tafonômico como causa das alterações mencionadas. Para contornar esses problemas, foram feitas análises de cascas de ovos de várias associações e das regiões polar e equatorial de um mesmo ovo (FEF–PV–8/1 - figura 41).

Os resultados também sugerem que as cascas dos ovos sofreram um processo de recristalização. Esse processo ocasionou a formação de microcristais de carbonato de cálcio dentro das unidades básicas, o que poderia explicar a ausência de linhas de acresção horizontal. Todavia, ele não obliterou a forma geral das camadas cuneiformes nem rearranjou a posição interna das fibras de carbonato de cálcio, como pode ser visto pelo padrão de extinção crocodilóide nas lâminas (MLP).

Embora exista uma variação com relação ao tamanho e espessura das cascas, ela está dentro do intervalo de variação relatado em ovos fósseis como *K. wilsoni* (HIRSCH, 1985), da Formação Bridger (HIRSCH & KOHRING, 1992), *K. helleri* (KOHRING & HIRSCH, 1996), da Formação Glen Rose (ROGERS, 2000) e da Formação Araçatuba (MAGALHÃES RIBEIRO, 2006). Além disso, a razão do comprimento pelo diâmetro é a mesma nos dois ovos mais completos aqui descritos.

10.2 - Associações de ovos

Não foram encontrados remanescentes embrionários em nenhum dos ovos coletados, porém, as associações de ovos e cascas estavam no mesmo nível estratigráfico de diversos restos esqueléticos e dentários de *Baurusuchus*, ademais essas associações são monoespecíficas e, preliminarmente e baseado em Mikhailov *et al.* (1996), sugere-se neste trabalho a relação de tais ovos e cascas de ovos com o táxon *Baurusuchus* (figuras 53 e 54).

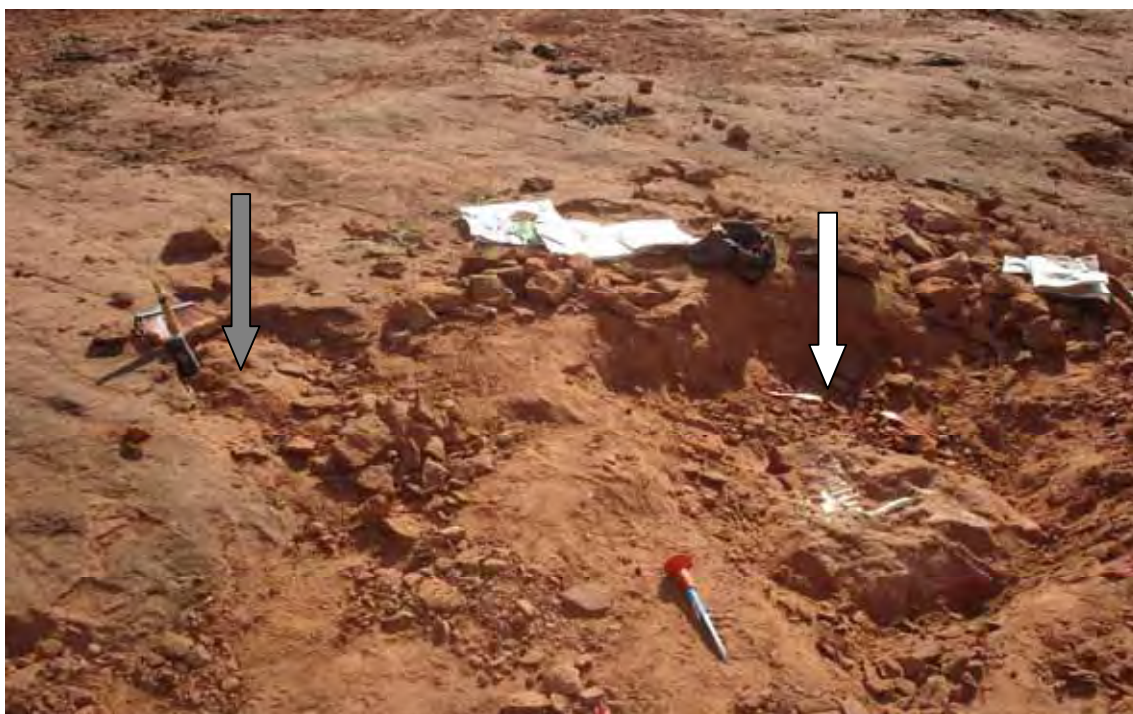


Figura 53: Associação de ovos e restos esqueléticos de *Baurusuchus* em um mesmo nível estratigráfico (seta cinza indica uma associação de ovos e seta branca indica restos esqueléticos de *Baurusuchus*).



Figura 54: Crânio de *Baurusuchus* sp (FEF – PV – R – 1/9) coletado nos afloramentos das associações de ovos e cascas de ovos. Escala: 20 mm.
Fonte: o autor, (2008).

No que se refere a crocodilomorfos fósseis, não há registros de descobertas de inúmeras associações de ovos, portanto, as associações descritas neste trabalho constituem-se no primeiro relato deste tipo de ocorrência. No entanto, há registros de conjuntos de associações de ovos ou ninhos de dinossauros que permitiram inferências de aspectos comportamentais.

Horner (1982) reportou a descoberta de um local de nidificação com ovos de dinossauros na Formação Two Medicine; os ninhos encontrados estavam em diferentes níveis estratigráficos em uma mesma localidade. Carpenter (1999) mencionou a presença de associações de ninhos de dinossauros na Reserva Indígena Blackfoot, Estados Unidos e também na Mongólia. A presença de uma associação de ninhos em um mesmo local e em diferentes níveis estratigráficos levou esses autores a concluírem que tais dinossauros nidificavam em grupo e as espécies voltavam ao mesmo local periodicamente.

Estudos mais recentes na região de Auca Mahuevo, Argentina (CHIAPPE *et al.*, 1998, 2001; CHIAPPE *et al.*, 2005; SALGADO *et al.*, 2005) revelaram a presença de grande quantidade de ninhos de dinossauros. Os mesmos autores concluíram que tais ninhos pertenceram a titanossauros devido a presença de embriões em alguns ovos. Baseados em mapeamentos de detalhe, os autores ainda concluíram que esses saurópodos nidificavam em grupo e retornavam ao mesmo local em

diferentes períodos, também com base na presença de grande concentração de ninhos em diferentes níveis estratigráficos em uma mesma localidade (figura 55).

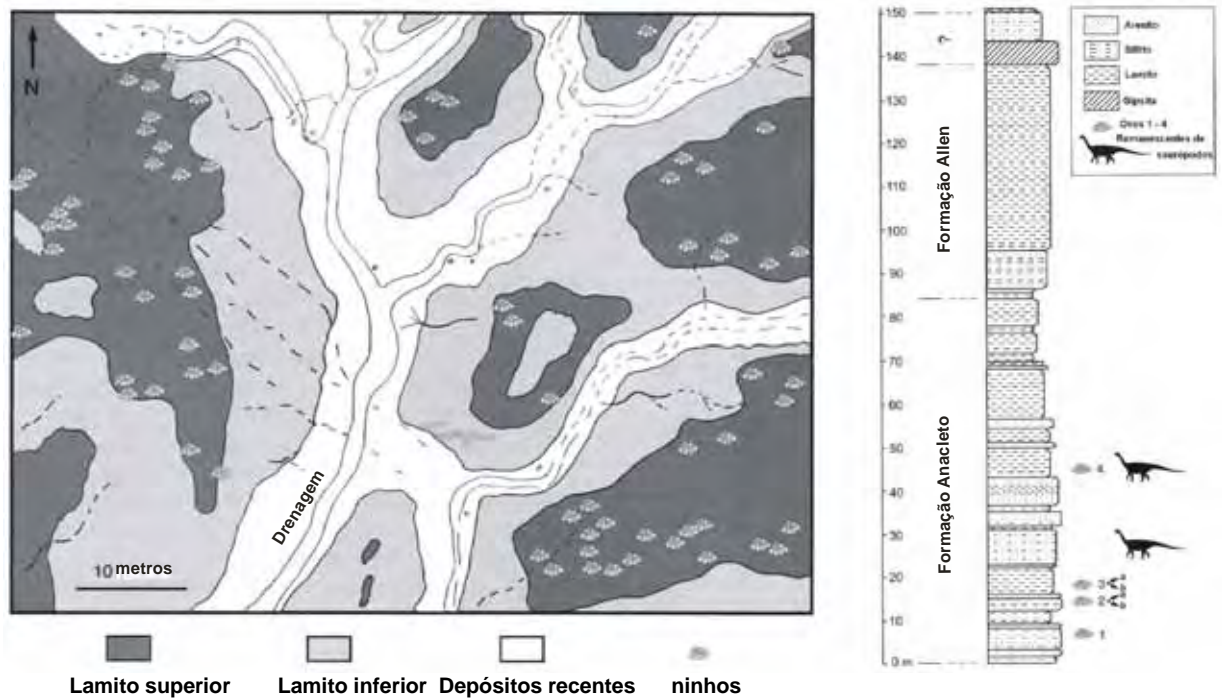


Figura 55: Mapa das associações de ovos na região de Auca Mahuevo e coluna estratigráfica mostrando os diversos níveis com associações de ovos.
Fonte: modificado de Chiappe et al., (2005).

Dessa forma, como as mesmas características foram encontradas nas associações de ovos de crocodilomorfos descritas neste trabalho, ou seja, a ocorrência de um grande número de associações em uma área relativamente pequena e em diferentes níveis estratigráficos, sugere-se que esses crocodilomorfos nidificavam em grupo e retornavam ao local periodicamente para a nidificação.

Em crocodilomorfos recentes, tal comportamento também é verificado, como na espécie *Crocodylus niloticus*, que nidifica em grupo e volta ao local de nidificação periodicamente (CARPENTER, 1999) (figura 56).

Na espécie *Crocodylus acutus*, as fêmeas também retornam ao exato local de nidificação todos os anos, onde utilizam o mesmo ninho para a postura de ovos (não necessariamente o mesmo espécime). Além do mais, em cada local de nidificação selecionado por uma fêmea, a mesma constrói um ninho principal, que recebe ovos por vários anos seguidos e, bem próximos a esse, também são construídos ninhos secundários que podem receber ovos após o abandono do ninho principal (ODGEN, 1978).

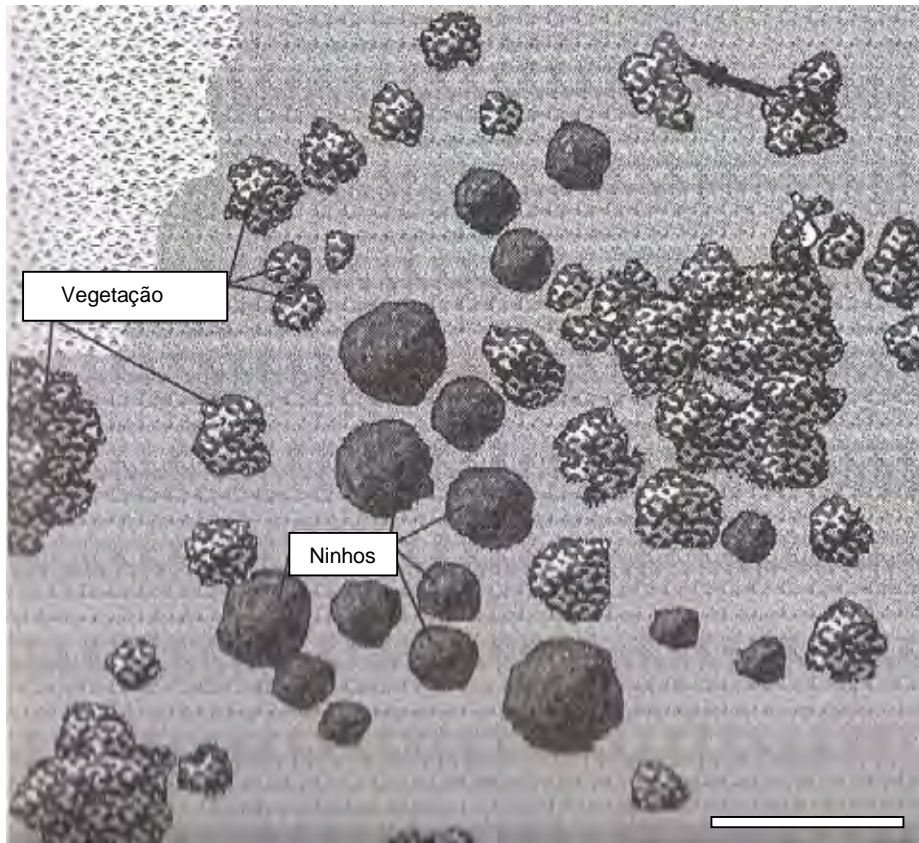


Figura 56: Distribuição irregular de ninhos de *Crocodylus niloticus* em uma pequena área.
Escala – 5m.
Fonte: Carpenter, (1999).

Situação semelhante foi observada nos locais de coleta de fósseis deste presente trabalho, onde várias associações de ovos estavam bem próximas umas das outras (figura 1), o que sugere que *Baurusuchus* sp também construía ninhos principais e secundários, pois, de acordo com Ferguson (1985), é muito freqüente o cuidado parental das fêmeas de crocodilomorfos modernos com suas crias, não permitindo a aproximação de qualquer animal aos seus ninhos, inclusive de outras fêmeas da mesma espécie.

A análise do padrão de distribuição dos ovos e fragmentos de cascas sugere que eles não sofreram transporte, ou, se sofreram esse não foi significativo, pois não foi verificada uma discrepância importante entre as porcentagens de cascas com a concavidade voltada para cima (51,08%) e para baixo (35,43%) (tabela 10).

Tabela 4: Número de ovos e orientação dos fragmentos das cascas de ovos das associações.
Fonte: o autor, (2008).

Espécime	Número de ovos	Número de fragmentos de cascas com a concavidade voltada para cima	Número de fragmentos de cascas com a concavidade voltada para baixo	Número de fragmentos de cascas com orientação indeterminada	Total de fragmentos cascas em cada espécime
FEF – PV – 8/1	4(33,34%)	37(53,62%)	24(34,78%)	8(11,60%)	69(100%)
FEF – PV – 8/2	1(8,33%)	12(92,30%)	0(0%)	1(7,70%)	13(100%)
FEF – PV – 8/3	2(16,68%)	58(71,60%)	23(28,40%)	0(0%)	81(100%)
FEF – PV – 8/4	0(0%)	2((50%)	2(50%)	0(0%)	4(100%)
FEF – PV – 8/5	1(8,33%)	26(59,10%)	15(34,09%)	3(6,81%)	44(100%)
FEF – PV – 8/6	0(0%)	11(47,83%)	7(30,43%)	5(21,74%)	23(100%)
FEF – PV – 8/7	0(0%)	17(58,64%)	6(20,68%)	6(20,68%)	29(100%)
FEF – PV – 8/9	1(8,33%)	20(42,55%)	20(42,55%)	7(14,90%)	47(100%)
FEF – PV – 8/10	1(8,33%)	11(19,30%)	29(50,88%)	17(29,82%)	57(100%)
FEF – PV – 8/11 (Face superior)	0(0%)	16(26,67%)	33(55,00%)	11(18,33%)	60(100%)
FEF – PV – 8/11 (Face inferior)	0(0%)	0(0%)	1(25,00%)	3(75,00%)	4(100%)
FEF – PV – 8/16	1(8,33%)	6(60,00%)	3(30,00%)	1(10,00%)	10(100%)
FEF – PV – 8/18	1(8,33%)	19(100%)	0(0%)	0(0%)	19(100%)
TOTAL	12(100%)	235 (51,08%)	163(35,43%)	62(13,47%)	460(100%)

A figura 57 representa a porcentagem dos fragmentos de cascas de acordo com a orientação espacial das mesmas no sedimento. Em um total de 460 fragmentos, 235 (51,08%) apresentaram-se com a concavidade voltada para cima, 163 (35,43%) com a concavidade voltada para baixo e 62 (13,47%) com orientação indeterminada.

Já os resultados apresentados na figura 58 não contemplam os fragmentos com orientação indeterminada, e por isso, a porcentagem de fragmentos com concavidade voltada para cima é de 59% e de concavidade para baixo é de 41%, ou seja, uma razão de 59:41.

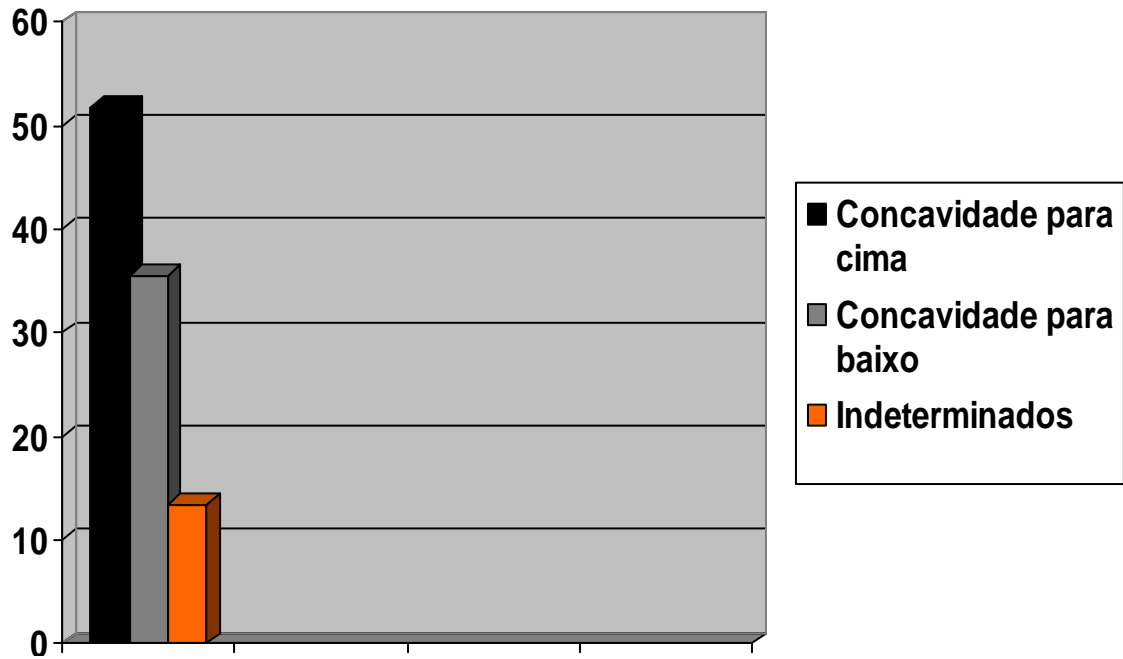


Figura 57: Percentual dos fragmentos de cascas de ovos de *Baurusuchus* de acordo com a sua orientação no sedimento (levando-se em consideração o percentual de fragmentos com orientação indeterminada). Fonte: o autor, (2007).

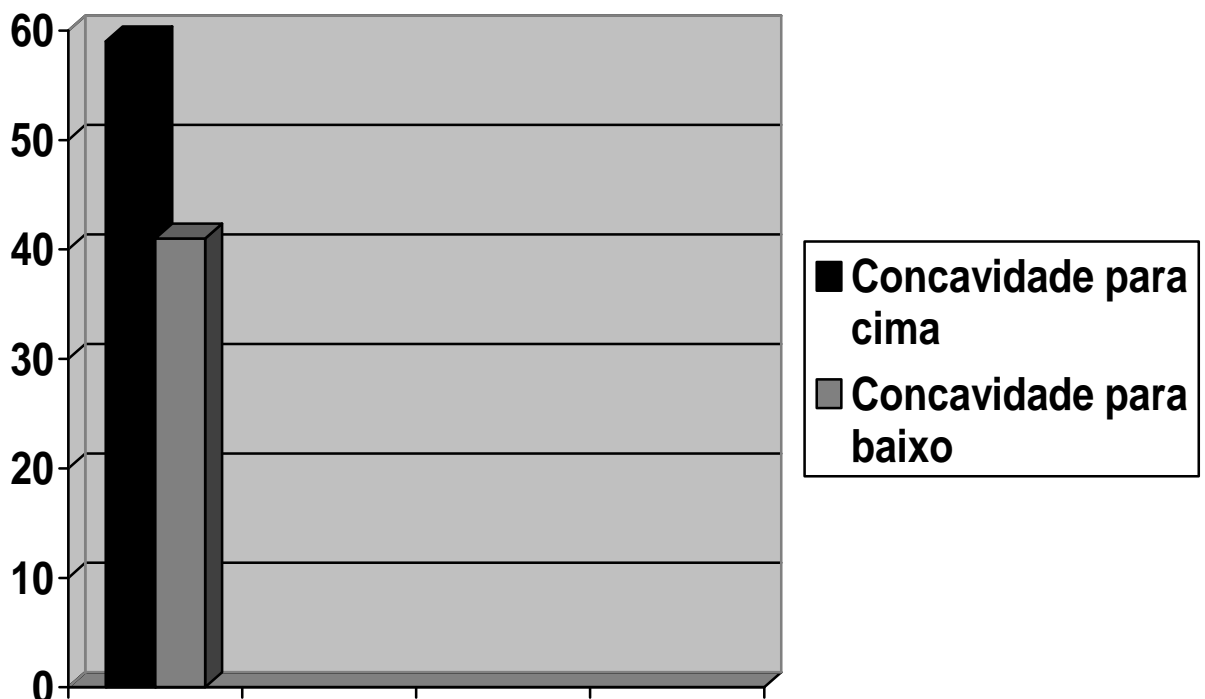


Figura 58: Percentual de fragmentos de cascas de ovos de *Baurusuchus* de acordo com a sua orientação no sedimento (excluindo-se os fragmentos com orientação indeterminada). Fonte: O autor, (2007).

Esse resultado é semelhante ao obtido por Hayward *et al.* (2000), que, em pesquisas com fragmentos de ovos de gaivotas, no Estado de Washington (Estados Unidos), e com fragmentos de ovos de dinossauros em Alberta (Canadá), obtiveram as razões 63:37 e 60:40, respectivamente, ou seja, proporções não muito discrepantes, suportando a hipótese de ausência de transporte dos fragmentos de cascas.

Em pesquisas onde os fragmentos de cascas foram transportados naturalmente por sistemas fluviais ou experimentalmente, a razão em questão se aproximou de 20:80 (OWEN & HAYWARD, 1997; DICKSON % HAYWARD, 1998). Portanto, provavelmente, a disposição das cascas de ovos observadas nas associações é resultado da eclosão dos ovos e da probabilidade estatística de 50% de as cascas ficarem dispostas com a concavidade para cima ou para baixo, e não do transporte das cascas, como por exemplo, transporte por fluxo hidrodinâmico (HAYWARD *et al.*, 2000).

Em alguns espécimes (FEF – PV – 8/1, FEF – PV – 8/5 e FEF – PV – 8/10) foi observada uma grande quantidade de cascas dentro de ovos quase completos. Segundo Hayward *et al.* (2000), em ovos eclodidos de gaivotas, os filhotes, ao saírem dos ovos, provocam rachaduras na casca ao redor da abertura de saída. Os fragmentos formados pelas rachaduras somente se destacam quando a membrana da casca, que os mantém unidos, seca, soltando-se da casca em aproximadamente uma semana. Dessa forma, os fragmentos caem aleatoriamente no interior do ovo eclodido. Portanto, pelo menos nesses ovos mencionados acima, sugere-se a possibilidade de que os mesmos eclodiram.

Além disso, alguns trabalhos efetuados com crocodilomorfos modernos demonstraram que uma causa bastante freqüente de alta mortalidade de embriões (impedindo assim a eclosão dos ovos) são as inundações que afetam os ninhos que estão no nível freático, especialmente se os ovos ficarem mais de 12 horas submersos (FERGUSON, 1985; ALLSTEADT, 1994). Portanto, supõe-se que pelo menos as associações aqui estudadas e cujos ovos sofreram eclosão, encontravam-se acima do nível freático.

Até o momento não foram encontradas estruturas de escavação nas associações de ovos. Por isso, não foi possível determinar se as associações descritas neste trabalho, que, provavelmente, correspondem a ninhos, foram

escavadas no substrato ou recobertas por cobertura vegetal - situações que são observadas em crocodilomorfos atuais (tabela 1).

Arruda *et al.* (2004) e Carvalho *et al.* (2005) inferiram que *Baurusuchus* escavava grandes buracos no substrato inconsolidado com base na presença de muitos esqueletos completos e articulados em distintos níveis estratigráficos em uma mesma área na região de General Salgado - SP. Ao contrário, a descoberta de um local de nidificação em uma localidade próxima sugere que a explicação para a ocorrência de grande quantidade de esqueletos articulados seja muito mais simples - em um local onde os indivíduos se reúnem para nidificar, a concentração de vários indivíduos em uma área relativamente pequena é maior, e, portanto, estatisticamente, o número de indivíduos mortos com probabilidade de preservação também é maior.

11 - CONCLUSÕES

Apesar de existirem vários registros de materiais osteológicos de *Baurusuchus* (PRICE, 1945, BRAND NETO *et al.* 1990, 1991; BERTINI *et al.*, 1991; BRANDT NETO *et al.*, 1992; MANZINI *et al.*, 1996; BERTINI *et al.*, 1999; CAMPOS *et al.*, 2001; ARRUDA *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2005), geralmente tais materiais não fornecem informações sobre a biologia reprodutiva desses crocodilomorfos.

Portanto, considerando a possível relação entre *Baurusuchus* e os ovos e cascas de ovos analisados, os resultados apurados neste trabalho forneceram informações inéditas sobre o comportamento reprodutivo deste grupo de crocodilomorfos fósseis.

Os ovos fósseis de crocodilomorfos são muito raros e os pouco conhecidos até o momento são, em sua maioria, do Paleógeno, como, por exemplo, *K. wilsoni* da Formação DeBeque (Colorado, Estados Unidos), segundo Hirsch (1985); os ovos sem denominação da Formação Bridger (Wyoming, Estados Unidos), conforme descrevem Hirsch e Kohring (1992) e *K. helleri* (Geiseltal, Alemanha), relatados por Kohring e Hirsch (1996). As exceções são os ovos sem denominação descritos por Rogers (2000) da Formação Glen Rose (Cretáceo Inferior, Estados Unidos) e os ovos também sem denominação da Formação Araçatuba (Cretáceo Superior, Brasil) relatados por Magalhães Ribeiro *et al.* (2006). Desse modo, os ovos aqui descritos correspondem aos primeiros ovos crocodilóides em que muitas associações de ovos foram encontradas e podem ser associadas a um determinado táxon.

Apesar de não terem sido encontrados remanescentes embrionários, os ovos e as cascas foram descobertos no mesmo nível estratigráfico e associados a diversos restos esqueléticos e dentários de *Baurusuchus* (figura 53 e 54),

Os ovos aqui descritos são diferenciados de outros ovos fósseis de crocodilomorfos por serem mais alongados (razão de diâmetro pelo comprimento de 1:0,55). Também são características diferenciais a espessura da casca, a morfologia da camada cuneiforme (“wedge layer”) e o formato da abertura dos poros.

Parece haver uma correlação entre a espessura da casca e a ausência de degradação extrínseca, pois as cascas analisadas neste trabalho se revelaram até três vezes menos espessas comparadas com as de outros crocodilomorfos, e, por isso, os embriões não necessitariam desse processo para eclodir os ovos.

A análise das associações de ovos e cascas revelou que, possivelmente, as mesmas não sofreram transporte e que, em alguns casos, há evidências de que os ovos eclodiram. Por isso, pelo menos as associações que contêm esses ovos, permaneceram acima do nível freático durante a incubação, pois não sofreram as conseqüências de uma inundação (causa freqüente de alta mortalidade embrionária em crocodilomorfos modernos e transporte de ovos e cascas de ovos).

Finalmente, sugere-se que, assim como alguns crocodilomorfos atuais, *Baurusuchus* também nidificavam em grupo e retornavam ao local de nidificação periodicamente, além de construir associações de ovos principais e secundárias (considerando a possível relação deste táxon com os ovos e cascas analisadas neste trabalho).

12 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLSTEADT, J. Nesting Ecology of *Caiman crocodilus* in Caño Negro, Costa Rica. **Journal of Herpetology**, v. 28, n.1, p. 12 – 19, 1994.

ALVARENGA, H.; NAVA, W. R. Aves Enantiornithes do Cretáceo Superior da Formação Adamantina do Estado de São Paulo, Brasil. In: II Congresso Latino Americano de Paleontologia de Vertebrados. Rio de Janeiro: Museu Nacional, **Boletim de resumos**, v. único, 2005, p. 20.

ANTUNES, M. T. Iberosuchus, crocodile Sebecosuchien nouveau, l'Eocène ibérique au Nord de la Chaîne Centrale, et al. l'origine du canyon de Nazaré. **Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal**, v. 59, p. 285-330, 1975.

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

AVILLA, L. S.; FERNANDES, R.; RAMOS, D. D. B. 2004. Bite marks on a crocodylomorph from the upper cretaceous of Brazil: evidence of social behavior. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 24, n. 4, p. 971-973, 2004.

AZEVEDO, S. A.; GALLO, V; FERIGOLO, J. A possible chelonian egg from the Brazilian late cretaceous. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 72, p. 187-193, 2000.

BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C.; CUNHA, C.A.B.R. Geologia da região do Triângulo Mineiro. DNPM. DFPM, **Bol. 136**, 1970, 140 p.

BATEZELLI, A. **Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru no Estado de São Paulo**. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

BATEZELLI, A. **Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes**. 2003. 183 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

BATEZELLI, A.; SAAD, A. R.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; PERINOTTO, J. A. J.; FULFARO, V. J. Análise estratigráfica aplicada à Formação Araçatuba (Grupo Bauru – Ks) no centro-oeste do Estado de São Paulo. **Geociências**, v. 22, n. Especial, p. 5 – 19, 2003.

BENTON, M. J.; CLARK, J. M. Archosaur phylogeny and relationships of the Crocodylia. In: Benton, M.J. (ed.). **The Phylogeny and Classification of the Tetrapods**, vol. 1. Claredon Pres, 1988. p. 295–338.

BERTINI, R. J. **Paleobiologia do Grupo Bauru, Cretáceo Superior continental da Bacia do Paraná, com ênfase em sua fauna de amniotas**. 497 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

BERTINI, R.J. Répteis. **Paleontologia**. In: CARVALHO, I.S. (ed.). Interciência. 2004. p. 781 – 816.

BERTINI, R. J.; MANZINI, F. F.; BRANDT-NETO, M. Novas ocorrências de Baurusuchidae (Crocodylia) na região de General Salgado, Formação Adamantina do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da área norte-nordeste da Bacia do Paraná. In: **Congresso Brasileiro de Paleontologia**, 12. São Paulo, *Boletim de Resumos*. 1991, p. 24.

BERTINI, R. J.; CAMPOS, D. A. Estado atual dos conhecimentos sobre os dinossauros cretácicos da Bacia do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA**, 14, Uberaba, 1995, *Atas*, Uberaba, 1995, p. 22-23.

BERTINI, R. J.; MANZINI, F. F.; BRANDT-NETO, M. Novas ocorrências de Baurusuchidae (Sebecosuchia: Crocodylomorpha) na região de General Salgado, Formação Adamantina (Cretáceo Superior) do Grupo Bauru na região noroeste do estado de São Paulo. **Acta Geológica Leopoldensia**, v. 29, p. 29-38, 1999.

BERTINI, R. J.; MARSHALL, B.; GAYET, M.; PAULO BRITO, V. Vertebrate faunas from the Adamantina and Marília formations (Upper Bauru Group, late Cretaceous, Brazil) in their stratigraphic and paleobiogeographic context. **N.Jb. Geol. Paläont. Abh.** Stuttgart, p. 71-101, 1993.

BERTINI, R. J.; PINHEIRO, A. E. P.; SANTUCCI, R. M.; ANDRADE, M. B.; OLIVEIRA, C. E. M.; BASÍLIO, J. A. F. *Pelvic and appendicular remains of Baurusuchidae (Metasuchia, Mesoeucrocodylia) from an unusual new locality from the Upper Cretaceous Bauru Basin, Northwestern São Paulo State, Southeastern Brazil*. In: **II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados**, UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, *Boletim de Resumos*, 2005. p. 49-50.

BORGOMANERO, G.; LEONARDI, G. Um ovo de dinossauro de Aix-en-Provence (França) e fragmentos de ovos fósseis de outras procedências conservados em Curitiba, Paraná. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA** 3, Curitiba, 1981. *Atas*, Curitiba, 1981, v. 2, p. 213 -225.

BRANDT NETO, M.; BARÇA, S. F.; MANZINI F. F.; BRIGHETTI, J. M. P. Nova ocorrência de crocodilianos na região noroeste do Estado de São Paulo. In: **Simpósio sobre Bacias Cretácicas Brasileiras**, 1, Rio Claro - SP, UNESP, *Boletim de resumos*, 1990, p.49-50.

BRANDT NETO, M.; BARÇA, S.F.; MANZINI, F. F.; BRIGHETTI, J. M. P. Nova ocorrência de crocodilianos na região noroeste do Estado de São Paulo. **Geociências**, UNESP, v. 10, p.191-203, 1991.

BRANDT NETO, M.; MANZINI, F. F.; BERTINI, R. J. Sobre um membro locomotor dianteiro de Baurusuchidae (Crocodylia), da região de General Salgado-SP. In:

Simpósio sobre as Bacias Cretácicas Brasileiras, 2, Rio Claro - SP, *Resumos Expandidos*, UNESP, 1992, p.163-164.

BUFFETAUT, E. The evolution of the crocodylians. **Scientific American**, n. 241, v.4, p. 130-144, 1979.

BUFFETAUT, E. Un problème de paléobiogéographie continentale: les Crocodyliens mésosuchiens zipodontes de l'Éocène européen. **Bulletin Société Géologique**. France, 1982, v. 24, p. 1101-1107.

BUFFETAUT, E. A new zipodont mesosuchian crocodile from the Eocene of Algeria. **Paleontographica**, v. 208, p. 1-10, 1989.

CAMPOS, D.A.; MARTIN SUAREZ, J.M.; Um novo Baurusuchidae (Reptilia, Crocodylia) do Cretáceo Superior do Estado de São Paulo. **An. Acad. Bras. Ciências**, Rio de Janeiro- RJ, 1988, p. 412.

CAMPOS, D. A.; SUAREZ, J. M.; RIFF, D.; KELLNER, A. W. A. Short note on a new Baurusuchidae (Crocodyliformes, Metasuchia) from Upper Cretaceous of Brazil. **Boletim do Museu Nacional, Geologia**, 2001, v. 57, p.1-7.

CARPENTER, K. **Eggs, nests, and baby dinosaurs**: a look at dinosaur reproduction. Bloomington: Indiana University Press, 1999. 336 p.

CARPENTER, K.; ALF, K. Global distribution of dinosaur eggs, nests, and babies. In: CARPENTER, K.; HIRSCH, K.F. ; HORNER, J.R. (eds.), **Dinosaur eggs and babies**. New York, Cambridge University Press, p. 15-30, 1994.

CARVALHO, I. S.; BERTINI, R. J. *Marillasuchus*: um novo Crocodylomorpha (Notosuchia) do Cretáceo da Bacia Bauru, Brasil. **Geologia Colombiana**, v. 24, p. 83-105, 1999.

CARVALHO, I. S.; CAMPOS, A. C. A; NOBRE, P. H. *Baurusuchus salgadoensis*, a New Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Cretaceous), Brazil. **Gondwana Research**, v. 8, n. 1, p.11-30, 2005.

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

CARVALHO, I. S.; RIBEIRO, L. C. B.; AVILLA, L. S. *Uberabasuchus terrificus sp.nov.*, a New Crocodylomorpha from the Bauru Basin (Upper Cretaceous), Brazil. **Gondwana Research**, v. 7, n. 4, p. 975 – 1002, 2004.

CHIAPPE, L. M.; CORIA, R. A.; DINGUS, L.; JACKSON, F.; CHINSAMY, A.; FOX, M. Sauropod dinosaur embryos from the Late Cretaceous of Patagonia. **Nature**, n. 396. p. 258-261, 1998.

CHIAPPE, L. M.; SALGADO, L.; CORIA, R. A. Embryonic Skulls of titanosaur sauropod dinosaurs. **Science**. n. 293. p. 2444-2446, 2001.

CHIAPPE, L. M.; JACKSON, F.; CORIA, R. A.; DINGUS, L. Nesting Titanosaurs from Auca Mahuevo and Adjacent Sites. In: ROGERS, K. A. C.; WILSON, J. A. (eds.) **The Sauropods: Evolution and Paleobiology**. University Of California Press. Los Angeles. 2005. p. 285-302.

COLBERT, E.H. Sebecus, representative of a suborder of fossil crocodylian from Patagonia. **American Museum of Natural History Buletin**, v. 87, n. 4, p. 1-270, 1946.

COLBERT, E. H. **Evolution of the vertebrates**. Wiley, New York, 1969. 535 p.

COOPER-PRESTON, H.; JENKINS, R. W. G. Natural History of The Crocodylia. In: Fauna da Austrália, v. 2A, cap. 41, Australian Government Publishing Service, Canberra, p. 337-351, 1993.

DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E. A.; MARANHÃO, M. S. A. S.; CASTRO, J. C.; SUAREZ, J. M.; RODRIGUES, R. 1998. Cretaceous non marine calcareous microfossils from the Adamantina Formation (Bauru Group), western São Paulo, Brazil. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE SOUTH ATLANTIC MESOZOIC CORRELATION – PROJECT 381 (IGCP-IUGS), 3. Comodoro Rivadavia, **Abstracts...** Comodoro Rivadavia. Bol. 2 (Edición Especial), Año 1, 1998.p. 8–10.

DIAS – BRITO, D.; MUSACCHIO, E. A.; CASTRO, J. C.; MARANHÃO, M. S. A.; SUÁREZ, J. M.; RODRIGUES, R. Grupo Bauru: uma unidade continental Cretácea no Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos – **Revue Paléobiol.**, Genève, 2001, n.20, v. 1, 2001, p. 245-304.

DICKSON, K.M.; HAYWARD, J.L. Experimental eggshells traphonomy in a controlled fluvial environment. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v.18, Supplement to n.3, p. 38A, 1998.

ERICKSON, B. R. An amniote egg from the Upper Cretaceous of Wyoming. **Scientific Publications of The Science Museum of Minnesota**, n. 4, p.1-15, 1978.

FERGUSON, M. W. J. Extrinsic microbial degradation of the alligator eggshell. **Science**, NY, n. 214, p. 1135-1137, 1981.

FERGUSON, M. W. J. The structure and composition of the eggshell and embryonic membranes of *Alligator mississippiensis*. **Transactions of the Zoological Society of London**, n. 36, p.99-152, 1982.

FERGUSON, M.W.J. 1985. Reproductive Biology and Embryologic of the Crocodylians. In: GANS, C.; BILLET, F.; MADERSON P. F. A (eds.). **Biology of the Reptilia**. Development A. v. 14. John Wiley: New York, 1985, p. 329-491.

FERGUSON, M. W. J.; JOANEN, T. Temperature-dependent sex determination in *Alligator mississippiensis*. **Nature**, London, 296 (5860), p. 850- 853, 1982.

FERNANDES, L. A. **A cobertura cretácea suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP)**: os grupos Bauru e Caiuá. São Paulo, 1992. 171 f.

Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1992.

FERNANDES, L.A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. São Paulo, 1998. 216 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1998.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Estratigrafia y ambientes deposicionales de la Cuenca Bauru (Cretácico Superior, Brasil). Madrid: **Acta Geológica Hispânica**, v. 30, n. 4, p. 11-30, 1995.

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

FULFARO, V. J.; BARCELOS, J. H. Fase rifte na Bacia do Paraná: a Formação Caiuá. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS – SNET, 3. Rio Claro (SP). **Boletim de Resumos Estendidos...** Rio Claro, SBG, 1991, p. 85-87.

FULFARO, V. J.; BARCELOS, J. H. Fase rifte na Bacia do Paraná: a Formação Caiuá. **Geociências**, n. 12, v. 1, p. 33 – 45, 1993.

FULFARO, V. J.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; PERINOTTO, J. A. J.; SAAD, A. R. Santo Anastácio: geossolo cretácico na bacia Caiuá. **Boletim do 5º Simpósio sobre Cretáceo do Brasil**, 1999. UNESP – Campus de Rio Claro – SP, 1999, p. 125 – 130.

GASPARINI, Z. B.; CHIAPPE, L. M.; FERNANDEZ, M. A new Senonian peirosaurid (Crocodylomorpha) from Argentina and a synopsis of the South American Cretaceous crocodylians. **Journal of Vertebrate Paleontol.**, v. 11, p. 316-333, 1991.

GASPARINI, Z. B.; FERNANDEZ, M.; POWELL, J. New tertiary Sebecosuchians (Crocodylomorpha) from South América: phylogenetic implications. **Historial Biol.**, v. 7, p. 1-19, 1993.

GREER, A.E. Evolutionary and systematic significance of crocodylian nesting habits. **Nature**. n. 227, p. 523-524, 1970.

GOBBO-RODRIGUES, S. R. **Carófitas e Ostrácodes do Grupo Bauru**. 2001. 137. f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

GOBBO-RODRIGUES, S. R.; PETRI, S. BERTINI, R. J.; Ocorrências de Ostrácodes na Formação Adamantina do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná e possibilidades de correlação com depósitos isócronos argentinos – Parte I. Família Ilyocyprididae. **Acta Leopoldensia**, n. 23. p. 3-13, 1999 a.

GOBBO-RODRIGUES, S. R.; PETRI, S. BERTINI, R. J.; Ocorrências de Ostrácodes na Formação Adamantina do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná e possibilidades de correlação com depósitos isócronos argentinos – Parte II. Família Limnocytheridae. **Revista da Universidade de Guarulhos**, n. 6. p. 5-11, 1999 b.

GOBBO-RODRIGUES, S. R.; PETRI, S.; COIMBRA, J. C.; BERTINI, R. J. 2000. Biostratigraphic Correlations Between Bauru, Neuquén and Congo Basins, Using Non-Marine Ostracodes In: *SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PALEOARTROPODOLOGIA*. Ribeirão Preto (SP). 2000. **Boletim...** Ribeirão Preto.

GOLDBERG, K. **Reconstituição paleoambiental do Cretáceo Continental Brasileiro na região do Triângulo Mineiro**. 1995. 180 f. Dissertação (Mestrado em Geologia), UNISINOS, São Leopoldo – RS, 1995.

GONZAGA DE CAMPOS, L.F. Reconhecimento da região compreendida entre Bauru e Itapura (Estrada de Ferro Noroeste do Brasil). São Paulo: Tip. Ideal, 1905, 40 p.

HAYWARD, J. L.; ZELENITSKY, D. K.; SMITH, D. L.; ZAFT, D. M.; CLAYBURN, J. K. Eggshell Taphonomy at Modern Gull Colonies and a Dinosaur Clutch Site. **Palaios**, v.1 5, p. 343-355, 2000.

HELLER, F. Fossile eischalenreste aus der eozaenen braunkohle des geiseltales bei halle salle. Deutsche Akademie der Naturforscher, **Nova acta Leopoldina**, p. 55-58, 1931.

HIRSCH, K.F. Contemporary and fossil chelonian eggshells. **Copeia**, p. 382-397, 1983.

HIRSCH, K.F. Fossil crocodylian eggs from the Eocene of Colorado. **The Society of Economic Palentologists and Mineralogists and The Paleontological Society**, p. 531 – 542, 1985.

HIRSCH, K.F. Not every “egg” is an egg. **Journal of Vertebrate Paleontology**, n.6, p. 200-201, 1986.

HIRSCH, K.F. The fossil record of vertebrate eggs. In: S.K. Donovan (ed.). **The Paleobiology of Trace Fossils**. Baltimore, The J. Hopkins Univ. Press, 1994. p. 269 – 294.

HIRSCH, K.F. Parataxonomic classification of fossil chelonian and gecko eggs. **Journal of Vertebrate Paleontology**, n. 16(4), 752-762, 1996.

HIRSCH, K.F.; KOHRING, R. Crocodylian eggs from the Middle Eocene Bridger Formation, Wyoming. **Journal of Vertebrate Paleontology**, n.12, v.1, p. 59-65, 1992.

HIRSCH, K.F.; PACKARD, M.J. Review of fossil eggs and their shell structure. **Scanning Microscopy**, n.1, v.1, p. 383 – 400, 1987.

HIRSCH, K.F.; QUINN, E. Eggs and eggshell fragments from the Upper Cretaceous Two Medicine Formation of Montana. **Journal of Vertebrate Paleontology**, n. 10, v.4, p. 491-511, 1990.

HORNER, J.R. Evidence of colonial nesting and “site fidelity” among ornithischian dinosaurs. **Nature**. v. 297, p.675-676, 1982.

HUNT, R.H. Nest excavation and neonate transport in wild *Alligator mississippiensis*. **Journal of Herpetology**, v. 21, n. 4, p. 348 -350, 1987.

JENKINS, N.K. Chemical composition of the eggs of the crocodile (*Crocodylus novaeguineae*). **Comp. Biochem. Phys.** 51A, p. 891-895, 1975.

JOANEN, T.; MC NEASE, L. Propagation of the American alligator in captivity. **Proc. Southeastern Assoc. Game and Fish Commissioners Conf.**, n. 25. p.106-116, 1971.

JOHNSTON, P.A.; EBERTH, D.A.; ANDERSON, P.K. Alleged vertebrate eggs from Upper Cretaceous redbeds, Gobi Desert, are fossil insect (Coleoptera) pupal chambers: *Fictovichnus* new ichnogenus. **Can. J. Earth Sci.**, n.33, p.511-525, 1995.

KELLNER, A.W. A. Remarks on Brazilian Dinosaurs. **Memoirs of the Queensland Museum**, n. 39, v. 3, p. 611 – 626, 1996.

KELLNER, A.W.A.; AZEVEDO, S.A.K. A new sauropod dinosaur (Titanosauria) from the Late Cretaceous of Brazil. **Proceedings 2^o Gondwana Dinosaur Symposium**, p.111-142. Tokyo, 1999.

KEROURIO, P. Présence d'oeufs de crocodiliens dans le rognacien inférieur (Maastrichtien Supérieur) du Bassin Dàix-Em – Provence (Bouches – D – Rhône, France). **Note préliminaire. Géobios**, n. 20, p. 275 – 281, 1987.

KOHRING, R. Fossile reptile – eischalen (chelonian, crocodilian, dinosaurian) aus dem unteren barreme von Galve (Provinz Teruel, SE – Spanien). **Paläontologische Zeitschrift**, n.64, p.329 – 344, 1990.

KOHRING, R.; HIRSH, K.F. Crocodilian and avian eggshells from the middle Eocene of Geisetal, Eastern Germany. **Journal of Vertebrate Paleontology**, n.16, v. 1, p. 67-80, 1996.

KUHN, O. Die vorzeitlichen Krokodile. Verlag Oeben, Krailling bei München, 1968, 124 p.

LANCE, V. Reproductive cycle of the American alligator. **Am. Zool.**, n. 29, v.3, p. 999-1018, 1989.

LANG, J.W. Social behavior. In: ROSS, C. A. (Ed.). **Crocodiles and Alligators**. New York: Facts on File, 1989. p. 102-117.

LANGE, J.W.; ANDREWS, H.; WHITAKER, R. Sex determination and sex ratios. In: **Crocodylus palustris**. **Am. Zool.**, n.29, p.935-952, 1989.

LANGSTON JR., W. Fossil Crocodylian from Colombia and the Cenozoic History of the Crocodylia in South America. University of California Publications. **Geological Sciences**, v. 52, p. 1 – 157, 1965.

LARRIERA, A. Reproducción en cautiverio del yacare com miras a una explotación comercial. **Rev. Arg. Prod. Anim.**, n. 8, v. 5, p. 429- 432, 1988.

MAGALHÃES RIBEIRO, C.M. Descrição de caracteres morfológicos e estudo composicional de cascas de ovos de dinossauros da Formação Allen (Cretáceo Superior), do Bajo de Santa Rosa, Província de Rio Negro (Argentina).1997. 222 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

MAGALHÃES RIBEIRO, C.M. Fragmentos de cascas de ovos de dinossauros da Formação Marília (Bacia Bauru): Estudos preliminares. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 40, Belo Horizonte, Anais, Sociedade Brasileira de Geologia, 1998, p. 448.

MAGALHÃES RIBEIRO, C.M. Microstructural analysis of dinosaur eggshells from Bauru basin (Late Cretaceous), Minas Gerais, Brasil. In: **Internacional Symposium On Dinosaur Eggs and Babies**, 1, Isona, Espanha, *Abstract*, Isona, 1999, p. 37-38.

MAGALHÃES RIBEIRO, C.M. Ovo e fragmentos de cascas de ovos de dinossauros provenientes da região de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais. In: **Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados**, 2, Museu Nacional/UFRJ, Rio de Janeiro, *Boletim de Resumos*, Rio de Janeiro, RJ, 2000, p. 49.

MAGALHÃES RIBEIRO, C.M. Ovos e cascas de ovos de dinossauros da região de Uberaba, Minas Gerais (Formação Marília, Bacia Bauru, Cretáceo Superior). 2002. 199 f. Tese (Doutoramento em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

MAGALHÃES RIBEIRO, C. M.; ANDREIS, R. R. 1997. Considerações sobre as cascas de ovos de dinossauros da Formação Allen (Cretáceo Superior), Província de Rio Negro, Argentina. In: **Congresso Brasileiro de Paleontologia**, 15, São Pedro, *Boletim de Resumos*, São Pedro, São Paulo, Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1997, p. 110.

MAGALHÃES RIBEIRO, C. M.; CARVALHO, I. S.; NAVA, W. R. 2003. Crocodilomorph eggs from the Araçatuba Formation (Bauru Basin, Upper Cretaceous), Brazil. In: III Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, Rio de Janeiro, **Boletim de resumos**, 2003, p. 48.

MAGALHÃES RIBEIRO, C. M.; NAVA, W.R. 2005. New discovery of crocodilomorph eggs and eggshells from the Adamantina Formation (Bauru Basin, Upper Cretaceous), Marília region, São Paulo State, Brazil. In: II Congresso Latino-Americano de Paleontologia de Vertebrados, Rio de Janeiro, **Boletim de resumos**, 2005, p. 222.

MAGALHÃES RIBEIRO, C. M.; CARVALHO, I. S.; NAVA, R. W. 2006. Ovos de crocodilomorfos da Formação Araçatuba (Bacia Bauru, Cretáceo Superior), Brasil. In: GALLO, V.; BRITO, P. M.; SILVA, H. M. A.; FIGUEIREDO, F.J. (eds.). Paleontologia de Vertebrados, Grandes Temas e Contribuições Científicas. **Interciência**: Rio de Janeiro, p. 285–292.

MAGNUSSON, W.E. Incubation period of *Crocodylus porosus*. **J. Herpet.** n. 13, v. 3, p. 362-363, 1979.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; SAMPAIO, R. M. Sources of heat for nests of *Paleosuchus trigonatus* and a review of crocodylian nest temperatures. **J. Herpet.** n. 192, p.199-207, 1985.

MAGNUSSON, W. E.; VLIET, K. A.; POOLEY, A. C.; WHITAKER, R. In: ROSS, C.A. (eds.). *Crocodyles and Alligators*. Golden Press. Silverwater, Austrália, 1989, p. 118-135.

MANZINI, F. F.; BRANDT NETO M.; VIZOTTO L. D. Cintura pélvica de *Baurusuchus pachecoi* Price, 1945, em sedimentos da Formação Adamantina (Grupo Bauru, Cretáceo Superior). Boletim do 4º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil: UNESP – Campus de Rio Claro – SP, 1996, p 273–276.

MAZZOTI, F. J. American Crocodiles (*Crocodylus acutus*) in Florida. University of Florida (**IFAS EXTENSION**). **WEC**, p. 1–3, 1999.

MEZZALIRA, S. Contribuição ao conhecimento da Estratigrafia e Paleontologia do Arenito Bauru. **Inst. Geogr. E Geol., Bol**, 1974, n. 51, 163 p.

MEZZALIRA, S. **Os fósseis do Estado de São Paulo**. 2. ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Geológico, 1989, 141 p.

MIKHAILOV, K.E. Classification of fossil eggshell of amniotic vertebrates. **Acta Palaeontologica Polonica**, n. 36, p.193 – 238, 1991.

MIKHAILOV, K.E. Fossil and recent eggshell in amniotic vertebrates: fine structure, comparative morphology and classification. The Palaeontological Association, London, **Special Papers in Palaeontology**, 1997, n.56, 80 p.

MIKHAILOV, K.E. Eggshell structure their identification and evolutionary implications: introductory statements. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON DINOSAUR EGGS AND BABIES, 1, Isona, **Extended Abstracts**, Isona, p. 135-137, 2000.

MIKHAILOV, K.E.; BRAY, E.S.; HIRSCH, K.F. Parataxonomy of fossil egg remains (Veterovata): Principle and applications. **Journal of Vertebrate Paleontology**, n. 16, v. 4, p. 763-769, 1996.

NEILL, W. T. **The last of the ruling reptiles: alligators, crocodiles and their kin**. Columbia University Press, New York/London, 1971.

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

ODGEN, J.C. Status and Nesting Biology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus* (Reptilia, Crocodylidae) in Florida. **Journal of Herpetology**, v.2, n.12, p. 183 – 196, 1978.

ORTEGA, F.; BUSCALIONI, A. D.; GASPARINI, Z. Reinterpretation and new denomination of *Atacisaurus crassiproratus* (Middle Eocene, Issel, France) as cf. *Iberosuchus* (Crocodylomorpha, Metasuchia). **Geobios**, v. 29, p. 353-364, 1996.

OWEN, A.W.; HAYWARD, J.L. Orientation and dispersion of eggshell fragments in a fluvial environment. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v.17, Supplement to n.3, p.68A, 1997.

PAULA E SILVA, F.; CAVAGUTI, N. Nova caracterização estratigráfica e tectônica do Mesosóico na cidade de Bauru – SP. **Geociências**, v. 13, p. 83-99, 1994.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, H. K.; CAETANO-CHANG, M. R. Perfis de referência do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. São Paulo: UNESP, **Geociências**, v.22, n. especial, p. 21-32, 2003.

PINA, C. I.; LARRIERA, A.; CABRERA, M. R. Effect of incubation temperature on incubation period, sex ratio, hatching success and survivorship in *Caiman latirostris* (Crocodylia, Alligatoridae). **Journal of Herpetology**, v. 37. n. 1, p. 199-202, 2003.

POL, D. Basal Mesoeucrocodylian relationships: new clues to old conflicts. In: ANNUAL MEETING OF THE SOCIETY OF VERTEBRATE PALEONTOLOGY, 59., Denver, **Journal of Vertebrate Paleontology** (Abstracts), Lawrence, n. 19, v. 3, p. 69, 1999.

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

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

PRICE, L. I. Os crocodilídeos da fauna da Formação Bauru, do Cretáceo terrestre do Brasil meridional. **Anais da Academia Brasil. de Ciências**, v. 22, p. 473-490, 1950.

PRICE, L. I. Um ovo de dinossáurio na Formação Bauru, do Cretácico do Estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro, Departamento Nacional da Produção Mineral/Divisão de Geologia e Mineralogia, 1951. p. 1-9 (Boletim 53).

PRICE, L. I. Novos crocodilídeos dos arenitos da Série Bauru. Cretáceo do estado de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasil. de Ciências**, v. 27, p. 487-498, 1955.

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**, p. 1-15, 2001.

ROGERS, J. V. A complete crocodyloid egg from the Lower Cretaceous (Albian) Glen Rose Formation, Central Texas. **Journal of Vertebrate Paleontology**, n. 20, v. 4, p. 780-783, 2000.

SALGADO, L.; CORIA, R. A.; CHIAPPE, L. M. Osteology of the sauropod embryos from the Upper Cretaceous of Argentina. **Acta Paleontol. Polonica**, n. 50, p. 79-92, 2005.

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

SERENO, P. C.; LARSSON, H.C.E.; SIDOR, C.A.; GADO, B. The giant crocodyliform *Sarcosuchus* from the Cretaceous of Africa. **Science**, n. 294, p.1516-1519, 2001.

SCHLEICH, H. H.; KÄSTLE, W. **Reptile Egg-Shells**. Sem-Atlas. Gustav Fischer, Stuttgart-New York, 1988. 123 p.

SIMPSON, G. G. New reptiles from Eocene of South America. **American Museum Novitates**, n.927, p.1-3, 1937.

SOARES, P. C., LANDIM, P. M. B. Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in south Brazil. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, Rio de Janeiro, 48 (suplemento), p. 313 – 324, 1975.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FULFARO, V. J.; SOBREIRO-NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Rev. Bras. Geoc.**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 177-185, 1980.

SUGUIO, K.; FULFARO, V.J.; AMARAL, G.; GUIDORZI, L.A. Comportamentos estratigráfico e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo, In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, 1977, São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1, p. 231 – 247, 1977.

VASCONCELOS, F. M.; ARRUDA, J. T.; ROCHA-BARBOSA, O.; CARVALHO, I. S. Falanges ungueais de crocodylomorfos da Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, v.27, P.54-64, 2004.

VERDADE, L. M. Biologia reprodutiva do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo, Brasil. In: LARRIERA, Alejandro; VERDADE, Luciano (org.). **Conservación y Manejo de los Crocodylia de America Latina**. 1. ed. Santo Tome: Fundación Banco Bica, v. 1, p. 57-79, 1995.

VICALVI, 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**, n. 65, v. 2, p.18, 1993.

WEBB, G. J. W.; BUCKWORTH, R.; MANOLIS, S. C. *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay river, Northern Territory. VI. **Nesting Biology. Austr. Wildl. Res.**, n. 10, p. 607-637, 1983 a.

WEBB, G. J. W.; SACHK, G. S.; BUCKWORTH, R.; MANOLIS, S. C. Na examination of *Crocodylus porosus* nests in two northern Australian freshwater swamps, with an analysis of embryo egg mortality. **Aust. Wild. Res.**, v. 10, p. 571-605, 1983 b.

WHITEHEAD, P. J.; WEBB, G. J. W.; SEYMOUR, R. S. Effect of incubation temperature on development of *Crocodylus johnstoni* embryos. **Physiol.Zool.**, n. 63, v. 5, p. 949-964, 1990.

WIDHOLZER, F. L.; BORNE, B.; TESCHE, T. Breeding the broad-nosed caiman *Caiman latirostris* in captivity. **International zoo Yearbook.**, n. 24-25, p. 226 -230, 1986.

WILSON, J.A.; MALKANI, M.S. & GINGERICH, P.D. New crocodyliform (Reptilia, Mesoeucrocodylia) from the Upper Cretaceous Pab Formation of Vitakri, Balochistan (Pakistan). **Contributions form the Museum of Paleontology, University of Michigan**, v.30, n.12, p.321-336, 2001.

WOODWARD, A.S. On two Mesozoic crocodilians (*Notosuchus* genus novum and *Cynodontosuchus* genus novum) from red sandstones of the territory of Neuquén. **Annales Museo de La Plata. Paleont. Argentina, La Plata**, v.4, p.1-20, 1896.

YOUNG, C. C. On a new fossil egg from Laiyang, Shantung. **Vertebrata PalAsiatica**. V.3, p. 34-38, 1959.

ZANI, P. A. The comparative evolution of lizard claw and toe morphology and clinging performance. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 13, p. 316-325, 2000.

ZELENITSKY, D. K.; HIRSCH, K. F. Fossil eggs: identification and classification. **The Academy of Natural Sciences**, Dinofest Internacional, p. 279- 286, 1997.

ZHAO, Z. K. The microstructure of the dinosaurian eggshells of Nanxiong Basin, Guangdong Province (I) on the classification of dinosaur eggs. **Vertebrata Pal. Asiatica**, n. 13. p. 105-117, 1975.