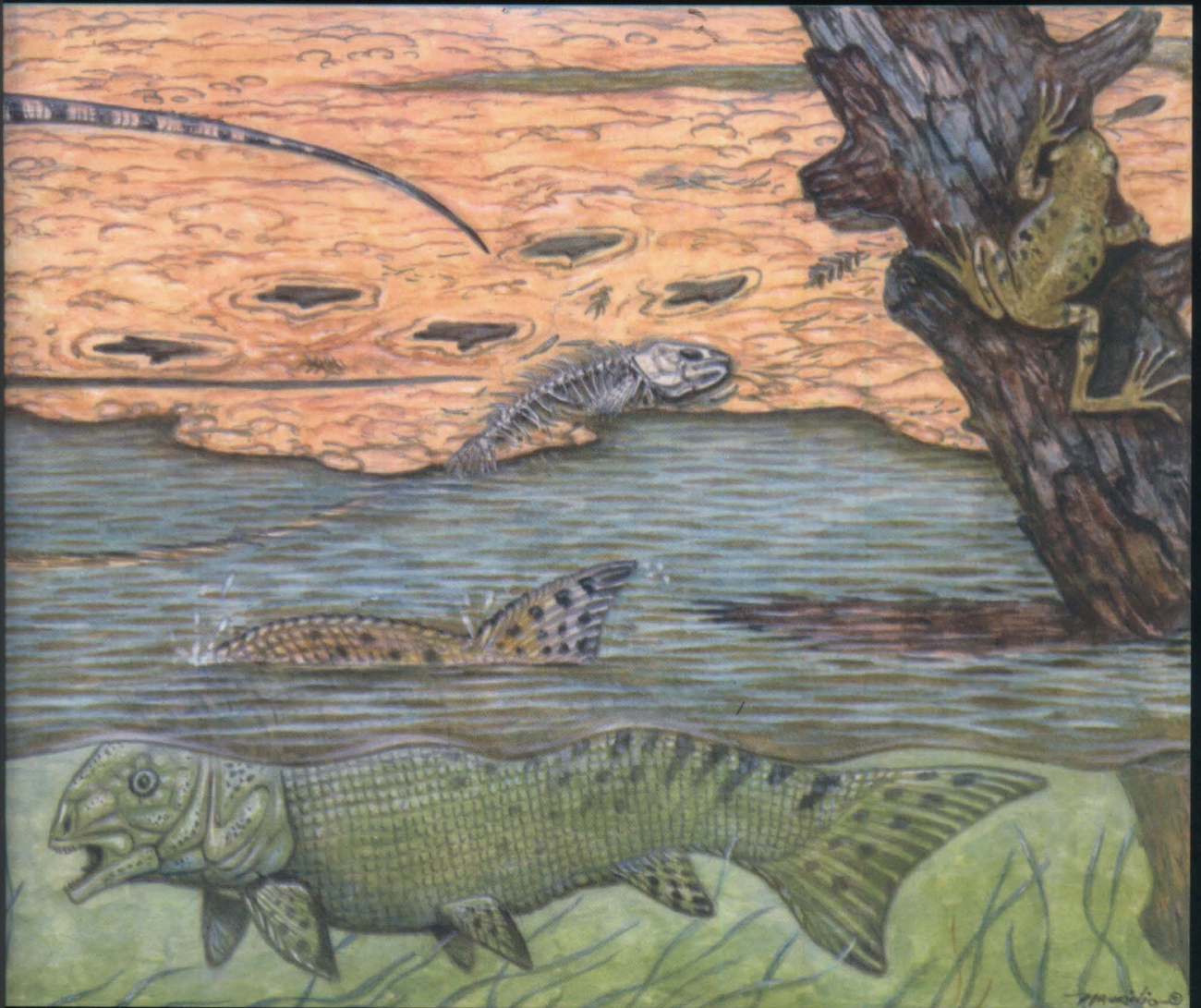


# PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS

Grandes Temas e Contribuições Científicas



Editores:

Valéria Gallo

Paulo M. Brito

Hilda Maria A. Silva

Francisco J. Figueiredo



EDITORA INTERCIÊNCIA

## Ovos de crocodylomorfos da Formação Araçatuba (Bacia Bauru, Cretáceo Superior), Brasil

---

CLAUDIA MARIA MAGALHÃES RIBEIRO  
ISMAR DE SOUZA CARVALHO  
WILLIAM ROBERTO NAVA

### Abstract

This paper presents the first occurrence of crocodylomorph eggs in Brazil. The specimens were collected in the Araçatuba Formation (Bauru Basin, Upper Cretaceous), in Marília County, São Paulo State. The material consists of two eggs filled by fine sandstone, with partially preserved eggshells. Both eggs are ellipsoidal in shape and their equatorial and longitudinal axes measure 30 x 45 mm and 30 x 50 mm, respectively. The eggshells are approximately 0.24 to 0.36 mm thick. The outer surface of the eggshells is smooth or slightly undulating. In the inner surface, basal plate groups are observed. The microstructure is composed of radiating wedges of the shell units. The microstructural analysis allowed the classification of the eggshells in the crocodyloid basic type and crocodyloid morphotype, associated to the Krokolithidae oofamily. Besides the microstructural affinities of these specimens with crocodylomorph eggs, the additional presence of bones and coprolites related to *Mariliasuchus amarali*, which come from the same outcrop, suggests a paleobiological correlation among these fossils.

**Key words:** Crocodylomorph eggs, microstructure, taphonomy, Bauru Basin.

### Introdução

A classificação das cascas de ovos de amniotas reflete-se na sua composição biomineralógica e bioquímica, permitindo a separação das mesmas em três tipos distintos, que são caracterizados pelas cascas macia, flexível e rígida. Os ovos compostos por casca rígida representam um grande número de descobertas no registro fóssilífero, principalmente com referência a dinossauros (Carpenter & Alf, 1994; Vianey-Liaud & Lopez-Martínez, 1997; Chiappe *et alii*, 1998; Ribeiro, 2002).

Em relação a outros grupos de amniotas extintos, ovos e fragmentos de cascas associados a crocodylomorfos são muito raros e escassos em todo o mundo (Hirsch, 1985; Kerourio, 1987; Hirsch & Kohring, 1992; Kohring & Hirsch, 1996). Neste trabalho, os espécimes estudados marcam o primeiro registro de ovos de crocodylomorfos no Brasil, encontrados na Formação Araçatuba (região de Marília, Estado de São Paulo) e em sedimentos do Cretáceo Superior.

## Materiais e Métodos

A microestrutura interna de cascas de ovos de crocodilianos, tanto recentes quanto fósseis, vem sendo estudada com base nas descrições realizadas sob microscópio de luz polarizada e microscópio eletrônico de varredura (Erben & Newesely, 1972; Hirsch & Packard, 1987).

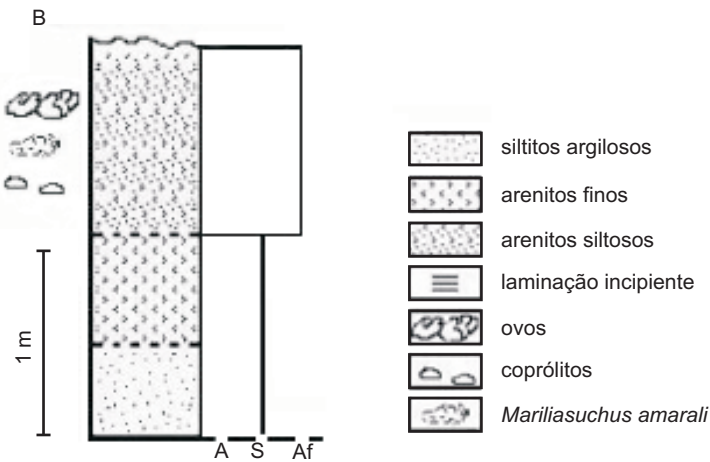
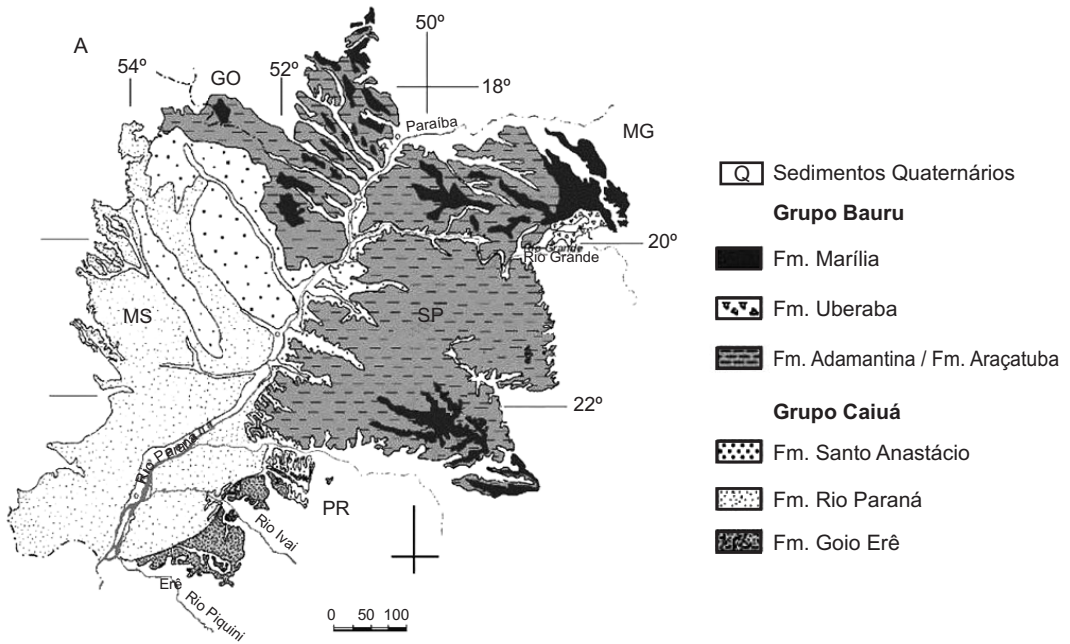
Os espécimes estudados, dois ovos fossilizados de crocodilomorfos, foram incorporados à Coleção de Paleovertebrados, do Setor de Paleontologia e Estratigrafia, do Departamento de Geociências, Instituto de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob o número UFRJ-DG 298 IcV. Análises em microscópio estereoscópico, microscópio de luz polarizada e em microscópio eletrônico de varredura possibilitaram o estudo dos aspectos macroscópicos, microscópicos e tafonômicos desses espécimes.

## Geologia da área

Os dois ovos fossilizados de crocodilomorfos foram coletados por um dos autores (W. R. Nava) em um afloramento próximo à cidade de Marília, Estado de São Paulo, a qual está situada na porção sudeste da Bacia Bauru.

Os sedimentos siliciclásticos que formam o afloramento de onde provêm os exemplares, segundo Batezelli (1998) e Batezelli *et alii* (1999), pertencem à Formação Araçatuba (figura 1 A). Esta denominação surgiu a partir do reexame de alguns afloramentos da Formação Adamantina na porção centro-ocidental do Estado de São Paulo. Gobbo-Rodrigues & Petri (1998) e Gobbo-Rodrigues *et alii* (1998) definiram o intervalo Campaniano-Eomaastrichtiano para a Formação Araçatuba, enquanto que Dias-Brito *et alii* (1998, 2001) estabeleceram a idade relacionando-a ao intervalo Turoniano-Santoniano. Segundo Fernandes & Coimbra (2000), a sedimentação da Bacia Bauru desenvolveu-se no Cretáceo Superior, no intervalo Coniaciano-Maastrichtiano.

O local de coleta dos dois ovos de crocodilomorfos encontra-se na margem esquerda do Rio do Peixe, em um corte da estrada velha que liga Marília a Ocaçu. O afloramento referente a esta área de estudo representa um pacote de rochas siliciclásticas composto por siltitos argilosos, arenitos finos e arenitos siltosos. Os ovos de crocodilomorfos foram coletados em um nível de arenito siltoso, com tabularidade incipiente (figura 1 B). Neste mesmo afloramento foram encontrados próximos, e no mesmo nível estratigráfico, fragmentos de cascas de ovos, coprólitos e fragmentos ósseos do crocodilomorfo *Mariliasuchus amarali* Carvalho & Bertini, 1999 (Nobre, 2002). O ambiente interpretado para estes depósitos é o de um sistema fluvial, com a presença de lagoas efêmeras em extensa planície aluvial, em um contexto climático semi-árido quente.



**Figura 1** **A.** Distribuição das unidades estratigráficas na Bacia Bauru (adaptado de Fernandes & Coimbra, 1996); **B.** Perfil estratigráfico do afloramento de ocorrência dos ovos de crocodilomorfos na Formação Araçatuba, Bacia Bauru.

## Descrição parassistemática

As cascas de ovos produzidas por algumas espécies de testudines, lacertílios, crocodilomorfos, dinossauros e aves são do tipo rígido, sendo constituídas por carbonato de cálcio na forma de calcita. Mais especificamente, aquelas relacionadas a ovos de crocodilomorfos possuem uma microestrutura composta por uma única camada de unidades de casca no formato de cunhas, originadas a partir de um grupo de lâminas basais.

Estudos já realizados em cascas de ovos recentes demonstraram a existência de similaridades e diferenças nas estruturas externa e interna, tão necessárias à comparação e à identificação de cascas de ovos fossilizadas de crocodilomorfos (Erikson, 1978).

Os aspectos morfoestruturais dos ovos de crocodilomorfos coletados na região de Marília foram analisados e classificados, segundo a parataxonomia apresentada em Mikhailov *et alii* (1996), como sendo do tipo básico crocodilóide e morfotipo crocodilóide, assinalados à oofamília Krokolithidae.

A análise dos aspectos macroscópicos evidencia um formato elipsóide para os ovos, com extremidades arredondadas, e medidas para os eixos equatorial e longitudinal de 35 x 45 mm e 30 x 50 mm (figura 2 A). As cascas desses ovos possuem espessuras variáveis entre 0,24 a 0,36 mm.

A superfície externa das cascas apresenta um aspecto liso a levemente ondulado. Crateras de erosão e aberturas de poros não são claramente visíveis, dificultando o estabelecimento do formato e da dimensão das mesmas, devido à dissolução em alguns pontos da casca e, em outros, um recobrimento parcial por carbonato de origem diagenética. Ao longo da superfície interna da casca, grupos de placas basais podem ser observados (figura 2 B).

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 de casca há profundos interstícios irregulares, por vezes preenchidos com sedimentos finos (figura 2 C).

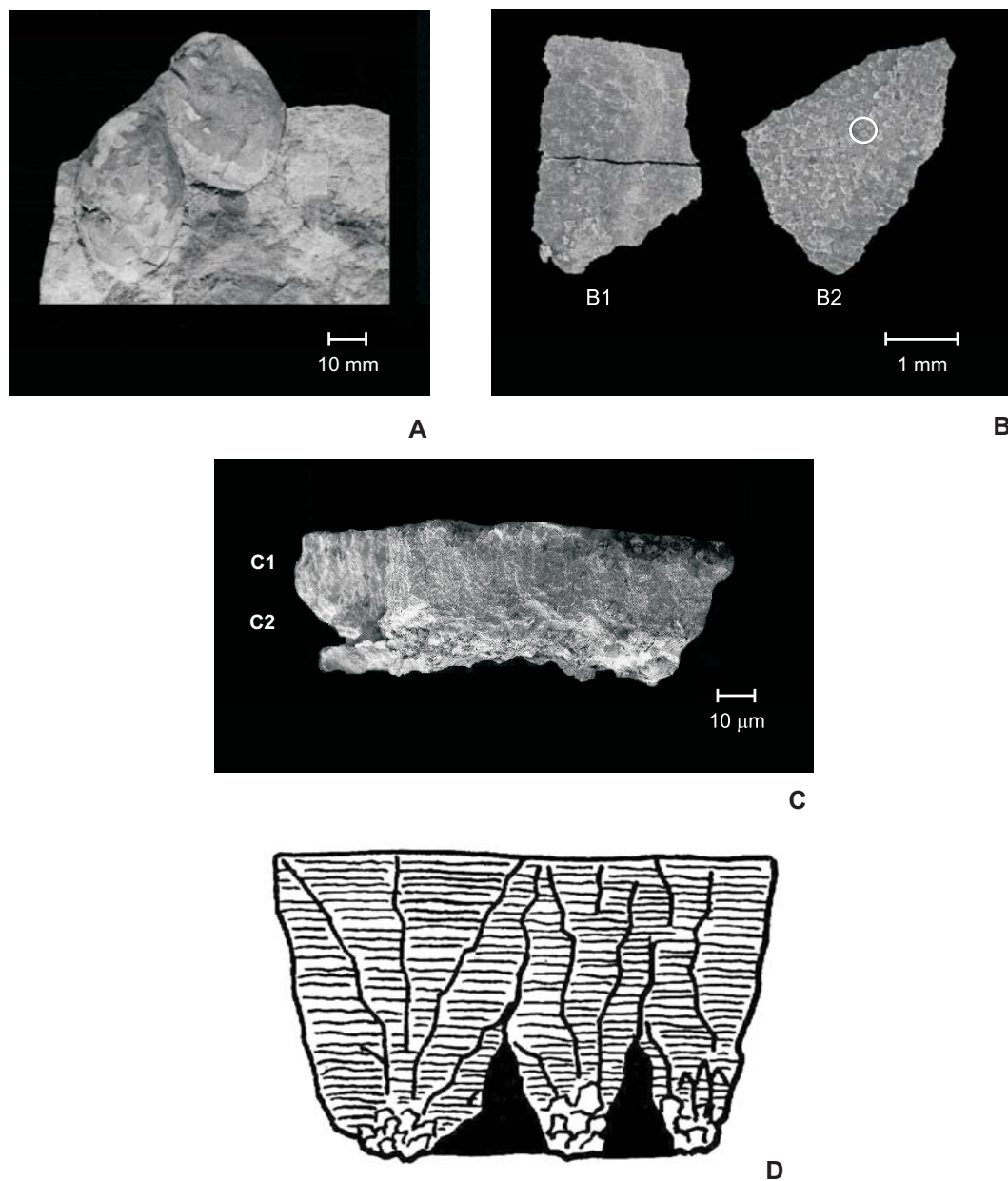
O padrão de extinção irregular e divergente, típico de cascas de ovos de crocodilomorfos, está bem definido nas seções delgadas dos espécimes analisados.

## Aspectos tafonômicos

Os aspectos tafonômicos estudados mostram que os espécimes em questão estão preenchidos por arenitos finos, e suas cascas encontram-se parcialmente preservadas. Esses ovos estavam inseridos em uma camada de arenitos sílticos. Cabe ressaltar que nesse sedimento ocorreu a precipitação de carbonato secundário, oriundo da diagênese local.

Na superfície externa das cascas dos ovos, foi observada a ocorrência de recobrimento por depósito carbonático secundário, o que dificultou uma observação mais detalhada das crateras de erosão e da abertura dos poros, quanto ao formato e diâmetro apresentados. Pequenas fraturas nesta superfície também foram visualizadas e encontravam-se preenchidas por matriz arenosa fina.

Na superfície interna das cascas, os grupos de lâminas basais não foram afetados por nenhum processo diagenético, apresentando uma boa preservação.



Morfotipo Crocodilóide

**Figura 2** **A.** Vista geral dos ovos de crocodilomorfos estudados (UFRJ-DG 298 IcV); **B.** Fotomicrografia de fragmentos de cascas de ovos dos espécimes analisados (UFRJ-DG 298 IcV), onde podem ser observadas a superfície externa lisa a levemente ondulada (**B1**) e a superfície interna, com a presença dos grupos de lâminas basais, assinaladas com um círculo (**B2**); **C.** Fotomicrografia da casca de ovo de crocodilomorfo (UFRJ-DG 298 IcV), mostrando as unidades no formato de cunha (**C1**) e os grupos de lâminas basais (**C2**); **D.** Desenho esquemático referente ao morfotipo crocodilóide (adaptado de Mikhailov, 1991).

## Discussão

A diagnose estabelecida para a oofamília Krokolithidae, descrita por Kohring & Hirsch (1996), refere-se a cascas de ovos do tipo básico crocodilóide e ao morfotipo crocodilóide e, de maneira geral, relaciona-se a ovos elipsóides com tamanho de 68-50 x 40-30 mm, superfície externa das cascas lisas a onduladas, com espessuras entre 0,25-0,76 mm e interstícios profundos entre as unidades de casca. As características morfoestruturais analisadas nos espécimes estudados estão de acordo com aquelas definidas para a oofamília Krokolithidae, permitindo classificá-los neste grupo.

A comparação dos espécimes aqui estudados com outros referentes à oofamília Krokolithidae será feita brevemente, considerando-se ainda a inclusão de espécimes adicionais descobertos na mesma localidade, cujas análises morfoestruturais já se encontram em andamento.

Quanto aos aspectos tafonômicos, o recobrimento por depósito diagenético secundário e pequenos pontos de dissolução na superfície externa da casca dos ovos dificultou uma observação mais detalhada das crateras de erosão e da abertura dos poros. Esses aspectos diagenéticos, observados nas cascas de ovos, corroboram o estudo estratigráfico realizado, que aponta uma precipitação de carbonato secundário no nível onde os espécimes foram coletados.

Os ovos aqui estudados podem estar relacionados ao crocodilomorfo *Mariliasuchus amarali*. Tamanho, formato e microestrutura observada (morfotipo crocodilóide) nas cascas de ovos sugerem uma relação intrínseca entre o tipo de ovo encontrado e o produzido por aquele crocodilomorfo, já que ambos os materiais foram encontrados no mesmo nível estratigráfico (Magalhães Ribeiro *et alii*, 2003). Adicionalmente, a identificação do morfotipo crocodilóide é parataxonomicamente associada ao táxon *Crocodylomorpha*, o que poderia indicar uma correlação taxonômica com a espécie *M. amarali*.

## Conclusões

1. A identificação e a análise dos espécimes permitiu classificá-los, segundo a parataxonomia apresentada em Mikhailov *et alii* (1996), no tipo básico crocodilóide e morfotipo crocodilóide, assinalados à oofamília Krokolithidae, corroborando a correspondência microestrutural com cascas de ovos de *Crocodylia*, recentes e fósseis.
2. Dentre os aspectos tafonômicos observados nos espécimes aqui estudados, o recobrimento por depósito diagenético secundário e pequenos pontos de dissolução na superfície externa das cascas dificultaram a observação mais detalhada de crateras de erosão e da abertura de poros.
3. Os ovos de crocodilomorfos analisados podem estar relacionados ao crocodilomorfo *Mariliasuchus amarali*, não somente pelo fato de ambos terem sido descobertos em um mesmo nível estratigráfico, mas também em relação ao morfotipo de ovo encontrado, que é parataxonomicamente associado ao grupo *Crocodylia*.
4. Os ovos estudados marcam o primeiro registro de ovos de crocodilomorfos no Brasil, encontrados na Formação Araçatuba (Bacia Bauru, Cretáceo Superior).

## Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), e é beneficiário de auxílio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Agradecemos ao Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro e ao Setor de Bioestratigrafia e Paleoecologia do Centro de Pesquisas Leopoldo A. Miguez de Mello (PETROBRAS/CENPES), pela infra-estrutura oferecida para a realização dos trabalhos de gabinete e laboratoriais.

## Referências

- BATEZELLI, A. *Redefinição litoestratigráfica da Unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru no Estado de São Paulo*. Rio Claro, Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Unesp, 110 p., 1998.
- BATEZELLI, A.; PERINOTTO, J. A. J.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; FULFARO, V. J. & SAAD, A. R. Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru, Estado de São Paulo, Brasil: 195–200 *In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil*, 5, Serra Negra. *Resumos*, Serra Negra, 1999.
- CARPENTER, K. & ALF, K. Global distribution of dinosaur eggs, nests, and babies: 15–30 *In: CARPENTER, K.; HIRSCH, K. F. & HORNER, J. R.* (eds.), *Dinosaur Eggs and Babies*. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- CARVALHO, I. S. & BERTINI, J. R. *Maríliaosuchus*: um novo Crocodylomorpha (Notosuchia) do Cretáceo da Bacia Bauru, Brasil. *Geologia Colombiana*, 24:83–105, 1999.
- CHIAPPE, L. M.; CORIA, R. A.; DINGUS, L.; JACKSON, F.; CHINSAMY, A. & FOX, M. Sauropod dinosaur embryos from Late Cretaceous of Patagonia. *Nature*, 396:258–261, 1998.
- DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E. A.; MARANHÃO, M. S. A. S.; CASTRO, J. C.; SUÁREZ, J. M. & RODRIGUES, R. Cretaceous non-marine calcareous microfossils from the Adamantina Formation (Bauru Group), western São Paulo, Brazil: 8–10 *In: Annual Conference of the South Atlantic Mesozoic Correlation-Project 381 (IGCP-IUGS)*, 3, Comodoro Rivadavia. *Abstract, Boletín 2* (Edición Especial). Año 1. Comodoro Rivadavia, 1998.
- DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E. A.; CASTRO, J. C.; MARANHÃO, M. S. A. S.; SUÁREZ, J. M. & RODRIGUES, R. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo do Brasil – concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. *Revue de Paléobiologie*, 20(1):245–304, 2001.
- ERBEN, K. H. & NEWESELY, H. Kristalline Bausteine and Mineralbestand von kalkigen Eischalen. *Biom mineralization*, 6:32–48, 1972.
- ERICKSON, B. R. An amniote egg from the Upper Cretaceous of Wyoming. *Scientific Publications of the Science Museum of Minnesota*, 4:1–15, 1978.
- FERNANDES, L. A. & COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68(2):195–205, 1996.
- FERNANDES, L. A. & COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). *Revista Brasileira de Geociências*, 30(4):717–728, 2000.
- GOBBO-RODRIGUES, S. R. & PETRI, S. *Ilgocypris bertinii*, nova espécie de ostrácode da Formação Adamantina (Grupo Bauru, Bacia do Paraná). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 71(4):146–147, 1988.



- GOBBO-RODRIGUES, S. R.; PETRI, S. & BERTINI, R. J. Possibilities of biotic correlations between Bauru Group (Paraná Basin, Brazil) and Neuquén Basin (Argentina) in the Upper Cretaceous: 15-16 *In: Annual Conference of the South Atlantic Mesozoic Correlation-Project 381 (IGCP-IUGS)*, 3, Comodoro Rivadavia. *Abstract, Boletín 2* (Edición Especial). Año 1. Comodoro Rivadavia, 1998.
- HIRSCH, K. F. Fossil crocodylian eggs from the Eocene of Colorado. *Journal of Paleontology*, 59:531-542, 1985.
- HIRSCH, K. F. & PACKARD, M. J. Review of fossil eggs and their shell structure. *Scanning Microscope*, 1:383-400, 1987.
- HIRSCH, K. F. & KOHRING, R. Crocodylian eggs from the Middle Eocene Bridger Formation, Wyoming. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 12(1):59-65, 1992.
- KEROURIO, P. Présence d'oeufs de crocodiliens dans le Rognacien inférieur (Maastrichtien supérieur) du bassin d'Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône, France). Note préliminaire. *Géobios*, 20:275-281, 1987.
- KOHRIN, R. & HIRSCH, K. F. Crocodylian and avian eggshells from the middle Eocene of the Geisetal, Eastern Germany. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16(1):67-80, 1996.
- MIKHAILOV, K. E.; BRAY, E. S. & HIRSCH, K. F. Parataxonomy of fossil egg remains (Veterovata): Principles and applications. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16(4):763-769, 1996.
- NOBRE, P. H. Os fósseis da Formação Adamantina (Grupo Bauru-Cretáceo Superior), no município de Marília-SP, Brasil: 668 *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 41, João Pessoa. *Anais*, João Pessoa, 2002.
- RIBEIRO, C. M. M. Ovo e fragmentos de cascas de ovos de dinossauros, provenientes da região de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais. *Arquivos do Museu Nacional*, 60(3):223-228, 2002.
- RIBEIRO, C. M.; CARVALHO, I. S. & NAVA, W. R. Crocodylomorph eggs from the Araçatuba Formation (Bauru Basin, Upper Cretaceous), Brazil: 48 *In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados*, 3, Rio de Janeiro. *Livro de Resumos*, Rio de Janeiro, 2003.
- VIANEY-LIAUD, M. & LOPEZ-MARTINEZ, N. Late Cretaceous dinosaur eggshells from the Tremp Basin, southern Pyrenees, Lleida, Spain. *Journal of Paleontology*, 71(6):1157-1171, 1997.