

CONDICIONANTE ETOLÓGICO NA TAFONOMIA DE *UBERABASUCHUS TERRIFICUS* (CROCODYLIFORMES, PEIROSAURIDAE) DA BACIA BAURU (CRETÁCEO SUPERIOR)

Felipe Mesquita de VASCONCELLOS & Ismar de Souza CARVALHO

Departamento de Geologia, Instituto de Geociências (IGEO), Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (CCMN),
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária – Ilha do Fundão. CEP 21949-900. Rio de Janeiro, RJ.
Endereços eletrônicos: felipe.crocodilo@gmail.com; ismar@geologia.ufrj.br.

Introdução
Contexto Geológico
Material e Métodos
Resultados
Discussão
Conclusão
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – *Uberabasuchus terrificus* Carvalho, Ribeiro & Avilla, 2004 é um Crocodyliformes Peirosauridae proveniente das proximidades de Peirópolis, Minas Gerais, de rochas do Membro Serra da Galga da Formação Marília (Maastrichtiano-Campaniano) da Bacia Bauru. O holótipo de *Uberabasuchus* é notável por sua preservação e a articulação dos elementos cranianos e pós-cranianos. A preservação e articulação do espécime de *Uberabasuchus* estão em dissonância com os demais fósseis do mesmo afloramento onde foi encontrado. Partindo deste fato isolado, é possível inferir para o fóssil de *Uberabasuchus* uma história tafonômica diferenciada da assembléia encontrada na mesma localidade e nível estratigráfico. É observado em Crocodyliformes recentes o comportamento de escavar rasas depressões próximas ou no leito de corpos aquosos, e posteriormente um soterramento voluntário e ativo, como reação à condições ambientais estressantes, como secas e temperaturas extremas. A preservação preferencial dos Crocodyliformes poderia ser devida à capacidade destes de construir habitações e serem soterrados (voluntariamente) antes da morte ou soterramento final. Os dados apresentados vêm apontar este potencial modificador etológico ao histórico tafonômico de *Uberabasuchus terrificus*.

Palavras-chave: Crocodyliformes, *Uberabasuchus*, tafonomia, Cretáceo Superior, Bacia Bauru.

ABSTRACT – *F.M. de Vasconcellos & I. de S. Carvalho – Ethological component in the taphonomy of Uberabasuchus terrificus (Crocodyliformes, Peirosauridae) from Bauru Basin (Upper Cretaceous).* *Uberabasuchus terrificus* Carvalho, Ribeiro & Avilla, 2004 is a Crocodyliformes Peirosauridae from of the Serra da Galga Member – Marília Formation (Maastrichtian-Campanian) of Bauru Basin. The holotype of *Uberabasuchus* is remarkable for the preservation and articulation of its cranial and post-cranial elements. The preservation of *Uberabasuchus* specimen differs from the other fossils found at the same outcrop where it was discovered. This fact allows inferring a taphonomic history of *Uberabasuchus* distinct from the assembly of the same locality. It is observed in extant Crocodyliformes a burrowing behavior near water bodies, followed by a voluntary burial, as a reaction to stressed environmental conditions, as droughts or extreme temperatures. The preferential preservation of Crocodyliformes could result from their ability to build habitations and being (voluntarily) buried before death. The presented data indicates this potential ethological component in the taphonomic history of *Uberabasuchus terrificus*.

Keywords: Crocodyliformes, *Uberabasuchus*, taphonomy, Upper Cretaceous, Bauru Basin.

INTRODUÇÃO

As rochas do Membro Serra da Galga da Formação Marília nas imediações de Peirópolis forneceram um extenso registro de vegetais, invertebrados e vertebrados fósseis do Neocretáceo da Bacia Bauru. Desde a década de 1940 diversos arcossauros foram descritos, entre eles dinossauros e uma enorme diversidade de Crocodyliformes. Em 2004 um novo Crocodyliformes Peirosauridae foi encontrado nos arenitos argilosos aluviais/fluviais da localidade. É um crânio completo descrito por Carvalho, Ribeiro & Avilla (2004) e designado como *Uberabasuchus terrificus*. Os Peirosauridae são Crocodyliformes de médio a

grande porte, crânios moderadamente altos, órbitas laterais, narinas frontalmente orientadas, membros moderadamente alongados e robustos, osteodermos sem quilha e pouco espessos, dispostos em duas fileiras que se estendem da região cervical até a caudal (Vasconcellos, 2006).

O fóssil-tipo de *Uberabasuchus terrificus* compreendia, além do crânio e mandíbula, boa parte do esqueleto pós-craniano. Apresenta uma preservação diferenciada dos materiais normalmente escavados daquela localidade, tendo conservado com um alto grau de articulação, os elementos cranianos,

esqueleto axial e apendicular, como se estivesse em posição de vida. Os elementos ósseos, ainda que frágeis, estavam em quase perfeita preservação, sendo apenas parcialmente preparado a fim de que a própria

matriz sedimentar o sustentasse da forma em que fora encontrado. A análise da bioestratigrafia deste fóssil possibilita uma avaliação sobre a ocorrência e preservação preferenciais de Crocodyliformes na Bacia Bauru.

CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia Bauru é composta da base para o topo pelas formações Caiuá, Santo Anastácio, Araçatuba, Adamantina, Marília e Uberaba, distribuindo-se por uma área com cerca de 350.000 km² no interior do Brasil, entre os estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás e na região nordeste do Paraguai (Fernandes, 1998). Os depósitos sedimentares nela encontrados são arenitos, siltitos, argilitos/folhelhos, depositados em diversos contextos ambientais, como eólico, aluvial, fluvial e lacustre raso (Dias-Brito et al., 2001) durante o Cretáceo Superior (Figura 1).

O fóssil de *Uberabasuchus terrificus* foi encontrado na Formação Marília, a qual é caracterizada litologicamente por areias finas a grossas, areias siltosas, areias conglomeráticas e depósitos de calcários. Foi datada como pertencente ao Maastrichtiano, com base em seus fósseis (Dias-Brito et al., 2001). Os ambientes deposicionais definidos para a Formação Marília foram os de uma

associação de leques aluviais retrabalhados por rios entrelaçados, com calcretes e calcários lacustres associados (Barcelos & Suguio, 1987). Foi dividida em três membros: Ponte Alta, Serra da Galga e Echaporã. É inferido para esta unidade um contexto climático quente e sazonal, caracterizado por períodos alternados de aridez e alta pluviosidade (Fernandes, 1998; Goldberg & Garcia, 2000; Dias-Brito et al., 2001; Carvalho et al., 2004).

Esta unidade estratigráfica apresenta uma das maiores diversidades faunística e florística dentro da Bacia Bauru e mesmo de outras bacia mesozóicas brasileiras. São registrados fósseis de moluscos dulciaquícolas (gastropodos e bivalvíos), escamas de peixes, restos esqueléticos de lepidossáurios, testudines, Crocodyliformes e saurópodos, terópodos, ovos fossilizados, coprólitos e restos vegetais (Dias-Brito et al., 2001; Arruda et al., 2004; Carvalho et al., 2004; Carvalho et al., 2005).

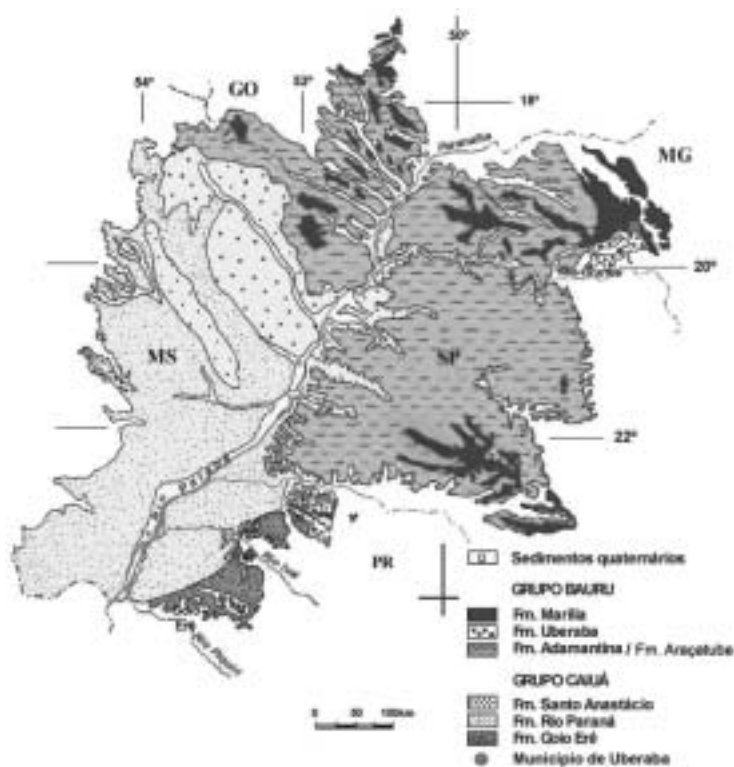


FIGURA 1. Mapa geológico da Bacia Bauru. Modificado de Fernandes (1998).

MATERIAL E MÉTODOS

O espécime foi coletado pela equipe de escavação do Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price durante trabalho de campo na Serra do Veadinho, no afloramento caracterizado por Price (1955) como Caieira (Ponto 1), localizado a 4 km ao norte de Peirópolis, nas coordenadas 19°43'24,6''S e 47°44'45,4''W. O material é composto por um crânio e mandíbula articulados, previamente descritos por Carvalho et al. (2004) e de elementos ósseos do pós-crânio aqui analisados, catalogados sob o número de tombo CPPLIP (Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price) n° 630 e na presente data em exposição no Museu dos Dinossauros no distrito de Peirópolis, Município de Uberaba, MG.

Os restos pós-cranianos axiais são compostos de 17 vértebras, nove costelas e quatro hemapófises. Quanto ao esqueleto apendicular, estão preservados parte da cintura escapular e os apêndices anteriores: escápula direita; coracóide esquerdo e direito, úmero direito e esquerdo, rádio direito e esquerdo, ulna direita e esquerda, elementos carpais direitos (ulnar, radial, pisciforme, cinco metacarpos, onze falanges), elemen-

tos carpais esquerdos (radial, ulnar, um fragmento muito erodido, possivelmente o pisciforme), três metacarpos completos, carpal distal, um metacarpo muito fragmentado (!?) e onze falanges. Os materiais da cintura pélvica e apêndices posteriores são: porção mais látero-posterior do íleo, dado que boa parte do osso ainda se encontra imerso na matriz sedimentar e os púbis direito e esquerdo. Na região abdominal foram observados oito fragmentos ósseos desarticulados, provavelmente provenientes da gastrália. Foram identificados ainda 54 osteodermos articulados ao fóssil e outros 15 encontrados na matriz sedimentar adjacente ao mesmo (Figura 2).

Os níveis de articulação encontrados em *Uberabasuchus* foram diferenciados em três categorias: articulados funcionalmente (em “posição de vida”), articulados não-funcionalmente (deslocados de seus nichos funcionais) e desarticulados. Posteriormente a esta categorização, foram empreendidas observações dos níveis de erosão presentes nos diversos elementos ósseos pós-cranianos.

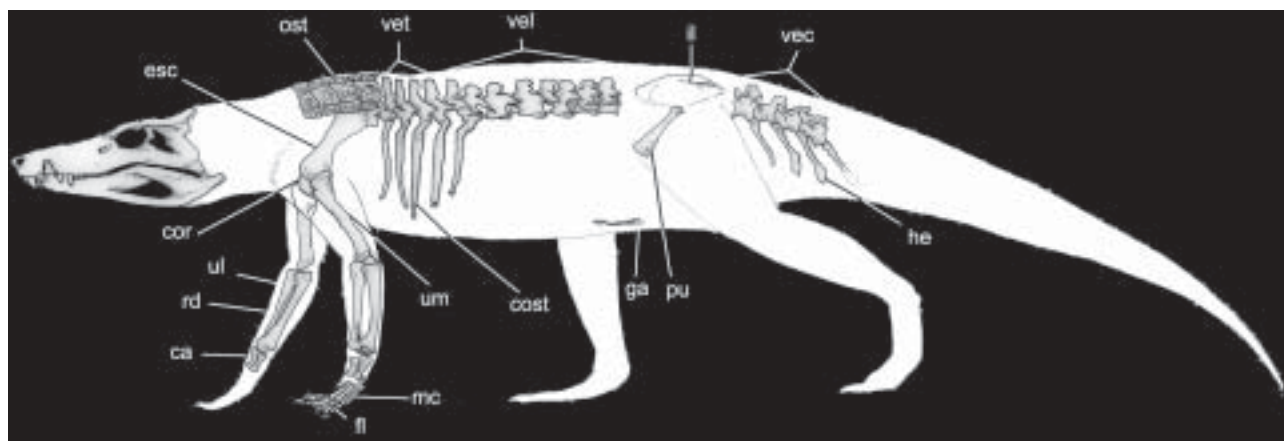


FIGURA 2. Elementos ósseos preservados do espécime CPPLIP 630, holótipo de *Uberabasuchus terrificus*. **ca:** carpais. **cor:** coracóide. **cost:** costela. **esc:** escápula. **fl:** falange. **ga:** gastrália. **he:** hemapófise. **il:** íleo. **mec:** metacarpo. **ost:** osteoderma. **pu:** púbis. **ra:** rádio. **um:** úmero. **ul:** ulna. **vec:** vértebra caudal. **vel:** vértebra lombar. **vet:** vértebra torácica. Ilustração: Deverson da Silva.

RESULTADOS

Entre os elementos articulados funcionalmente encontramos: garras; falanges; metacarpos; carpos; ulnar; radial; pisciforme; carpo distal; rádio; ulna (direitos); úmero levemente deslocado, sem contato com rádio e ulna; rádio e ulna esquerdos; treze vértebras dorsais completas articuladas; costelas torácicas articuladas (seis da direita e nove da esquerda); quatro vértebras caudais articuladas entre si e com suas

respectivas hemapófises, porém que perderam suas apófises neurais; três séries de sete osteodermos articulados crânio-caudalmente e meso-lateralmente.

São observados, entre os elementos articulados não-funcionalmente, ossos carpais e metacarpais da mão esquerda, que estão torcidos e “misturados”; rádio e ulna esquerdos, fortemente deslocados dorsalmente, posicionados acima do úmero; escápula e coracóide

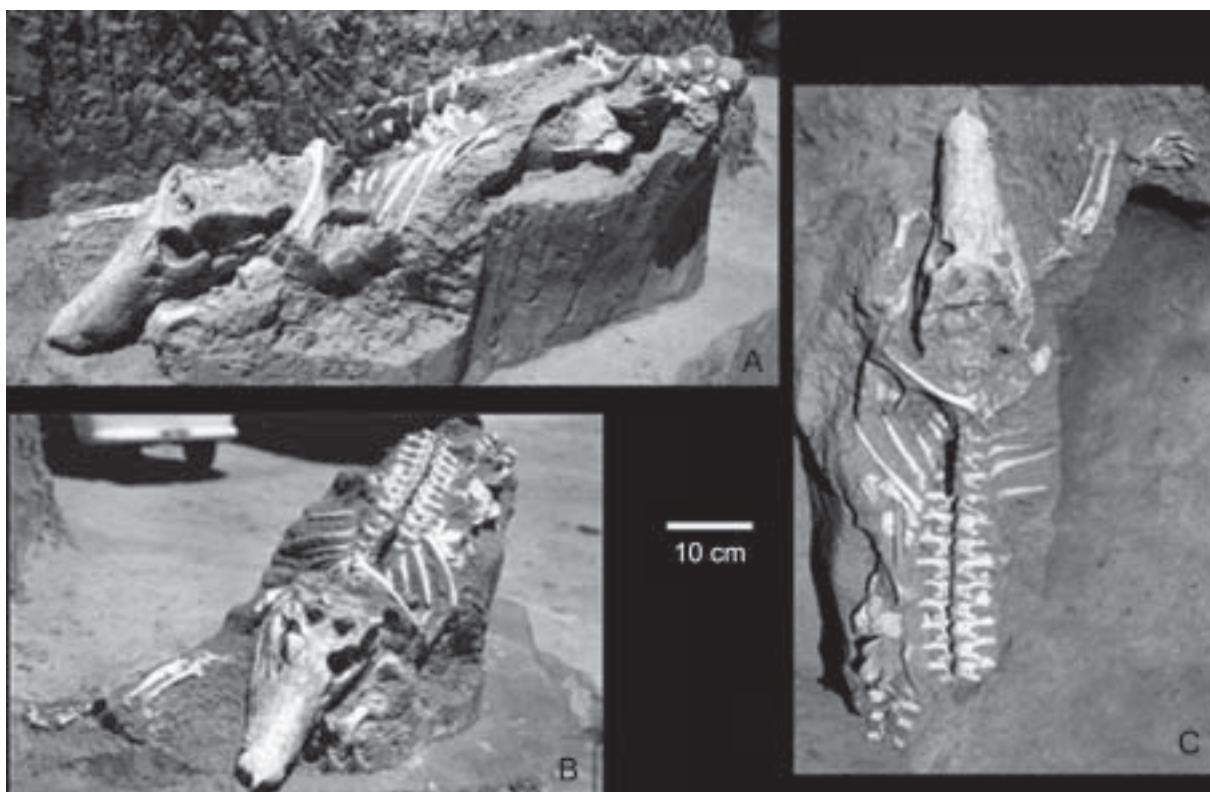
fragmentados e deslocados, sem contato com o úmero ou com as costelas torácicas; diversos osteodermos de diferentes tipos e tamanhos, algumas vezes agrupados em pequenos amontoados nas laterais, outras vezes completamente sobrepostos, e alguns com a superfície ventral voltada para cima; vários elementos ósseos de pequenas dimensões e aparente fragilidade atribuídos à gastrália.

Certos elementos ósseos estavam desarticulados e deslocados. Os púbis estavam deslocados e posicionados acima das fileiras de osteodermos, com sua extremidade distal voltada cranialmente. Neste contexto, é notada a completa ausência de ossos longos dos membros (fêmur, tíbia e fíbula) e das patas posteriores, dos ísquios, das vértebras sacrais. Outro aspecto notável diz respeito às costelas, que se encontram deslocadas cranialmente e suas extremidades distais inclinadas cranial e dorsalmente.

A porção cranial do fóssil encontra-se inclinado ventralmente (aproximadamente 10°) em relação ao plano de estratificação e pouco deslocado para o lado

direito. Os únicos elementos orientados de outra forma são as vértebras caudais, que se inclinam dorsalmente e para a esquerda. Na base do nível em que estava sepultado encontra-se uma camada de pequenos seixos arredondados e areias mais grossas que a do restante da matriz, caracterizando assim um *finning upward*.

Quanto à fragmentação, é possível observar que os materiais mais caudais apresentam mais partes ausentes e superfícies mais erodidas. Excetuando-se quatro vértebras caudais, todas as vértebras sacrais e demais caudais estão ausentes. Existe então um intervalo na série vertebral, entre as vértebras lombares e as caudais, ambos os conjuntos quase articulados entre si. As apófises neurais das vértebras lombares estão fragmentadas nas extremidades mais dorsais, enquanto as mesmas estruturas das vértebras caudais estão quase completamente perdidas, preservando somente a base próxima ao canal neural. As fraturas registradas nos ossos longos e em boa parte dos materiais vertebrais apresentam superfícies retilíneas e ângulos retos (Vasconcellos, 2006) (Prancha 1).



PRANCHA 1. Fotografias do holótipo de *Uberabasuchus terrificus* (CPPLIP 630) no afloramento da Caieira, Peirópolis. Perspectivas craniolateral (A), cranial (B) e dorsal (C).

DISCUSSÃO

A preservação e articulação deste exemplar de *Uberabasuchus* (CPPLIP 630) estão em dissonância

com os demais materiais encontrados nos mesmos níveis estratigráficos da Caieira (Formação Marília, Membro

Serra da Galga), que se apresentam desarticulados, fragmentados e bastante erodidos. Assim, é possível inferir para o fóssil de *Uberabasuchus* uma história tafonômica diferenciada da assembléia encontrada na mesma localidade e estrato.

As fraturas registradas em *Uberabasuchus* apresentam um padrão de quebra comumente associado aos processos destrutivos pós-diagnéticos (Shipman et al., 1981), como, por exemplo, durante a extração fóssil ou seu transporte para o laboratório. O histórico tafonômico, então, destes Crocodyliformes pode estar relacionado a algum condicionante ecológico/etológico, que permite sua preservação diferencial dos demais táxons.

Crocodyliformes recentes são capazes de construir habitações durante períodos extremos de *stress* ambiental, como intensa seca e calor, ou frio acima do tolerado. Estas habitações podem variar de: (a) simples escavações rasas no substrato (similar a bacias) com parcial soterramento do animal, funcionando como proteção contra dessecação e insolação excessiva (Cott, 1961; Richardson et al., 2002; Campos et al., 2003) a (b) tocas pequenas e moderadamente profundas, construídas em declives, encostas e emaranhadas de

raízes nas proximidades de corpos aquosos, podendo o animal se alojar por completo em seu interior (Voorhies, 1975; Brisbin et al., 1982; Hagan et al., 1983).

Caso o comportamento de escavação de tocas ou bacias rasas seja evolutivamente conservativo, e os Crocodyliformes do Cretáceo o tivessem, é plausível afirmar que a preservação preferencial dos mesmos se deu em estratos onde são identificados depósitos de alta energia. Os leques aluviais distais e rios entrelaçados, cenários propostos para o deposicional do Membro Serra da Galga (Formação Marília), são ambientes de maior energia e normalmente apresentam assembléias fósseis caracterizadas por elementos desarticulados e fragmentos de vertebrados. A preservação excelente dos Crocodyliformes poderia ser devida à capacidade destes de construir habitações e serem soterrados (voluntariamente) antes da morte ou soterramento final por um fluxo sedimentar. Tal padrão foi também observado em outros Crocodyliformes encontrados na Bacia Bauru, como *Peirosaurus tormini* Price 1955, *Itasuchus jesuinoi* Price 1955, *Mariliasuchus amarali* Carvalho & Bertini 1999 e *Baurusuchus salgadoensis* Carvalho, Campos & Nobre, 2005.

CONCLUSÃO

Os dados apresentados vêm apontar um modificador etológico ao histórico tafonômico dos Crocodyliformes da Formação Marília. O hábito de se enterrar e de construção de bacias rasas nas barras de canal ou nas planícies de inundação, como um mecanismo de preservação durante períodos de estiagem, pode ter preservado, ainda que parcialmente, seus elementos

ósseos dos fluxos tracionais, quando de momentos de cheia no sistema fluvial, evitando sua eventual desarticulação e erosão. A preservação preferencial de restos fósseis de Crocodyliformes pode ser uma característica particular do grupo, devido a uma reação etológica ao contexto climático e ambiental, e não a um contexto exclusivamente sedimentar e bioestratinômico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Geólogo Luis Carlos Borges Ribeiro, que gentilmente permitiu acesso ao fóssil-tipo de *Uberabasuchus terrificus*, e à equipe do Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price, pela preparação do material e logística durante as visitas a Peirópolis e ao Museu dos Dinossauros. Este estudo contou com o auxílio financeiro da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro / Instituto Virtual de Paleontologia (FAPERJ), Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq Proc. nº 300571/2003-08).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARRUDA, J.T.; CARVALHO, I.S.; VASCONCELLOS, F.M. Baurusuquídeos da Bacia Bauru, Cretáceo Superior, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 27, p. 66-75, 2004.
2. BARCELOS J.H. & SUGUIO, K. Correlação e extensão das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru definidas em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, 1987, Rio Claro. **Atas...** Rio Claro: Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo de São Paulo, 1987, p. 313-321.
3. BRISBIN JÚNIOR, L.; STANDORA, E.A.; VARGO, M.J. Body temperatures and behavior of the American alligators during cold winter weather. **The American Midland Naturalist**, v. 107, n. 2, p. 209-218, 1982.
4. CAMPOS, Z.; COUTINHO, M.; MAGNUSSON, W.E. Terrestrial activity of Caiman in the Pantanal, Brazil. **Copeia**, v. 3, p. 628-634, 2003.
5. 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.

6. 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.
7. COTT, H.B. Scientific results of an inquiry into the ecology and economic status of the Nile Crocodile (*Crocodylus niloticus*) in Uganda and Northern Rhodesia. **Transactions of the Zoological Society of London**, v. 29, p. 211-356, 1961.
8. DIAS-BRITO, D.; MUSACHIO, E.A.; CASTRO, J.C.; MARANHÃO, M.S.S.; SUÁREZ, J.M.; RODRIGUES, R. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil—concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isótopos e estratigráficos. Genève, **Revue Paléobiologique**, v. 20, n. 1, p. 245-304, 2001.
9. FERNANDES, L.A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil), São Paulo**. São Paulo, 1998. 216 p. Tese (Doutoramento) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
10. GOLDBERG, K. & GARCIA, A.J.V. Palaeobiogeography of the Bauru Group, a dinosaur-bearing Cretaceous unit, northeastern Paraná Basin, Brazil. **Cretaceous Research**, v. 21, p. 241-254, 2000.
11. HAGAN, J.M.; SMITHSON, P.C.; DOERR, P.D. Behavioral response of the American alligator to freezing weather. **Journal of Herpetology**, v. 17, n. 4, p. 402-404, 1983.
12. PRICE, L.I. Novos crocodilídeos dos arenitos da Série Bauru. Cretáceo do Estado de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 27, n. 4, p. 487-498, 1955.
13. RICHARDSON, K.C.; WEBB, G.J.W.; MANOLIS S.C. **Crocodiles: inside out. A guide to the crocodylians and their functional morphology**. Australia: Chipping Norton, NSW, Surrey Beatty and Sons, 172 p., 2002.
14. SHIPMAN, P.; BOSLER, W.; DAVIS, K.L. Butchering of giant geladas at an Acheulian site. **Current Anthropology**, v. 22, n. 3, p. 257-268, 1981.
15. VASCONCELLOS, F.M. **Descrição do pós-crânio de *Uberabasuchus terrificus* Carvalho, Ribeiro & Avilla, 2004 (Crocodyliformes, Peirosauridae) do Cretáceo Superior da Bacia Bauru: inferências morfofuncionais e Paleo-autoecológicas**. Rio de Janeiro, 2006. 156 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Federal do Rio de Janeiro.
16. VOORHIES, M.R. Vertebrate Burrows. In: R.W. FREY (Ed.), **The Study of trace fossils**. Springer-Verlag, p. 325-350, 1975.

*Manuscrito Recebido em: 20 de abril de 2006
Revisado e Aceito em: 21 de julho de 2006*