

ESTUDOS PRELIMINARES DE ANFÍBIOS (ANURA:PIPIDAE) NA FORMAÇÃO ENTRE-CÓRREGOS, BACIA DE AIURUOCA, TERCIÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL

PRELIMINARY STUDIES OF AMPHIBIANS (ANURA:PIPIDAE) OF THE ENTRE-CÓRREGOS FORMATION, AIURUOCA BASIN, TERTIARY OF THE MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

Elza de Fátima BEDANI¹

Célio Fernando Baptista HADDAD²

Resumo: A Bacia de Aiuruoca situa-se entre a borda norte da Serra da Mantiqueira e a borda sul da Serra de Minduri, no Planalto do Alto Rio Grande, Estado de Minas Gerais. Trata-se de uma bacia sedimentar constituída pelas formações Pinheirinho e Entre-Córregos. A primeira caracteriza-se por apresentar litofácies clásticas grossas constituídas por conglomerados, brechas, arcóseos e diamictitos. A segunda é formada por sedimentos pelíticos, na forma de folhelhos papiráceos com intercalações de argilito. O empilhamento sedimentar verificado nessa bacia sugere que os sedimentos clásticos grossos representam depósitos de fluxos gravitacionais, proximais e intermediários, depositados diretamente em um sistema lacustre terminal (nível de base). O conteúdo paleontológico encontrado na Formação Entre-Córregos é constituído por fósseis de megarrestos vegetais, insetos, penas, coprólitos, peixes, anfíbios (anuros) e palinórmfos. A idade Eocena-Oligocena obtida para sua parte aflorante, baseia-se nesses palinórmfos, os quais também indicam um clima subtropical com estações bem definidas, à época de deposição. É a primeira ocorrência de anuros terciários em território brasileiro, com tal excelência de preservação, do tipo conservação parcial óssea, que se associa a uma carbonificação da derme em alguns indivíduos. Até o presente momento, foram encontrados cerca de 154 exemplares, quase completos e articulados, fossilizados nos folhelhos papiráceos. Estudos comparativos às formas atuais e fósseis, juntamente a análises filogenéticas, permitiram incluir estes exemplares na Família Pipidae.

Palavras-chave: Amphibia; Anura; Pipidae; Aiuruoca; Minas Gerais; Terciário; Brasil.

Abstract: The Aiuruoca Basin, located on the Alto Rio Grande Plateau, in the State of Minas Gerais, Brazil, has its northern and southern limits set by the Serra da Mantiqueira and the Serra de Minduri, respectively. Its sediments are assigned to the Pinheirinho and the Entre-Corregos Formation. The former is characterized by thick clastic facies, composed primarily of conglomerates, breccia, arkoses and polymictic conglomerates, whereas the Entre-Corregos Formation is composed of pelite, in the form of shales with argillite intercallations.

The sedimentary packing of the Aiuruoca Basin suggests that its thick clastic sediments represent proximal and intermediary gravity flux deposits, which were deposited directly on a terminal lacustean system (base level).

The paleontological content of the Entre-Córregos formation is characterized by plant megafossils, insects, coprolites, fish, amphibians (anurans) and palynomorphs. An eocene-oligocene

1- Laboratório de Geociências - Universidade Guarulhos - Pç. Tereza Cristina nº1 - Centro - Guarulhos - 07023-070 - 64641708 (e-mail: ebedani@ung.br).

2- Departamento de Zoologia - I.B. - UNESP- Av. 24 A - nº 1515 - Rio Claro - 0(xx)19 3526-4185 - 13506-900 - (e-mail: haddad@ms.rc.unesp.br).

age for the outcropping section of this formation has been established primarily on plant palynomorphs, which indicate, at the time of deposition, the presence of a subtropical climate with well defined seasons.

This present work reports the first occurrence of very well preserved tertiary anurans in Brazil, displaying a partial bone preservation, which in some specimens is associated to dermal carbonification.

A total of 154 specimens have been found in the sediments, displaying almost complete and fully articulated skeletons. Comparative studies between extant and extinct forms, together with phylogenetic analyses allowed these individuals to be assigned to the Family Pipidae.

Keywords: Amphibia; Anura; Pipidae; Aiuruoca; Minas Gerais; Tertiary; Brazil.

INTRODUÇÃO

No Estado de Minas Gerais, em sua porção sul, no domínio da Serra da Mantiqueira, Santos (1999) recém descobriu

a Bacia Sedimentar de Aiuruoca (Figura 1). Trata-se de uma bacia do tipo *rift*, preenchida por sedimentos clásticos grossos e finos, cujas litofácies também sugerem deposição em sistemas de leques aluviais e lacustres, respectivamente.

O presente trabalho tem por objetivo o estudo da paleoanurofauna registrada na Bacia de Aiuruoca, ricamente representada por espécimes, muitos em excelente estado de preservação. Anteriormente, a ocorrência de anfíbios em bacias terciárias brasileiras havia sido registrada apenas nas bacias de Itaboraí (Estes 1975a,b) e de Taubaté (Riff & Bergqvist 1999). Além do estudo da sistemática, os resultados obtidos poderão contribuir para um melhor entendimento do paleoambiente e do paleoclima reinante à época de deposição.

LOCALIZAÇÃO E ESTRATIGRAFIA DO JAZIGO FOSSILÍFERO

O ponto de coleta localiza-se entre as cidades de Minduri, Cruzília, Andrelândia, São Vicente de Minas e Aiuruoca e dista a aproximadamente 15 km da rodovia que liga estes municípios, como pode ser observado na figura 2.

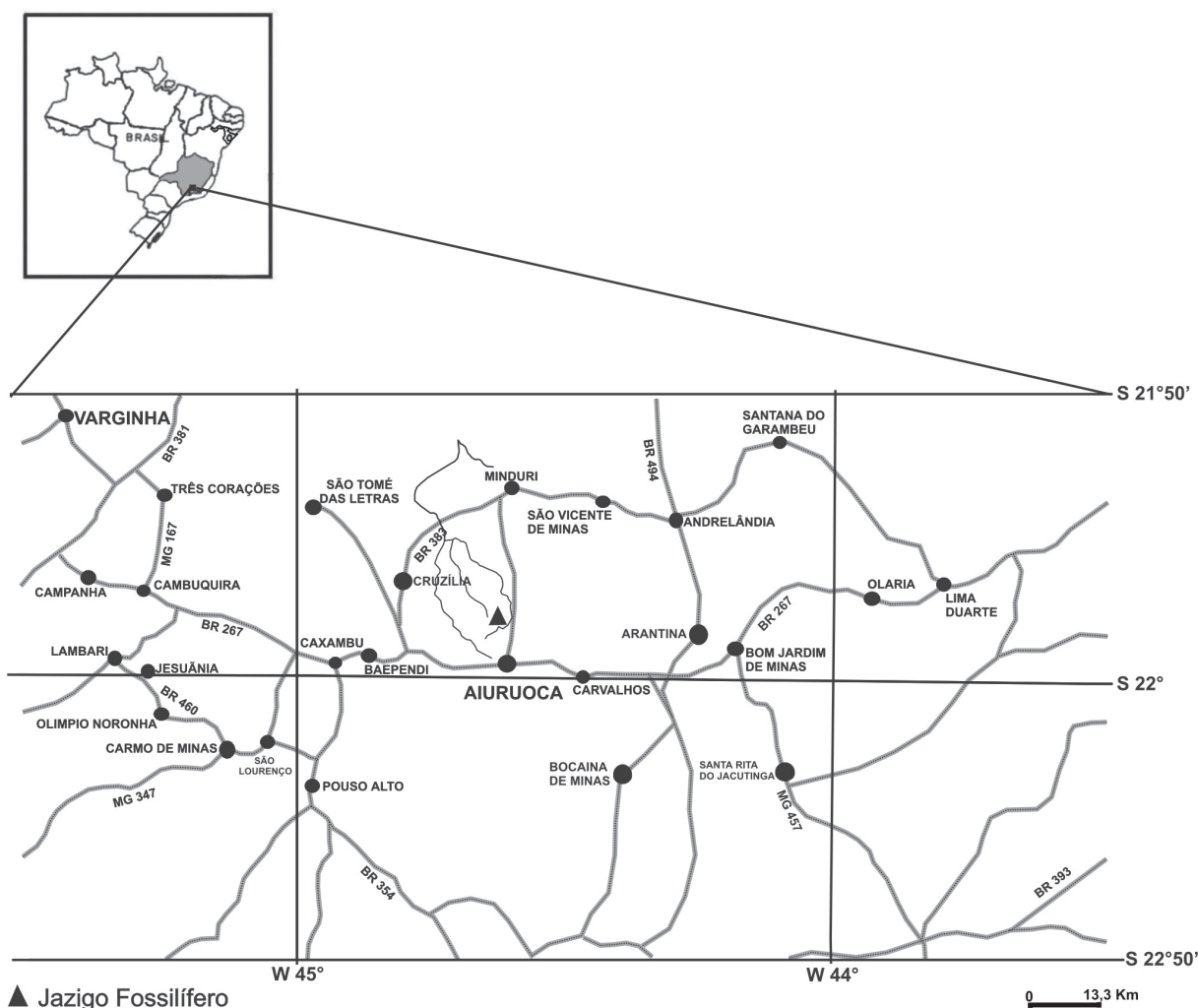


FIGURA 1 : Localização do ponto de coleta.
FIGURE 1: Localization of the sample point.

A seção estratigráfica relativa ao ponto de coleta situa-se na área do córrego homônimo (ambos os lados), o qual aflora a Formação Entre-Córregos. Nela observa-se, da base para o topo, uma predominância de folhelhos cinza-escuro de laminação milimétrica a centimétrica, com intercalações de argilito e, subordinadamente, com lentes de arenitos. Essa unidade litoestratigráfica apresenta níveis fossilíferos contendo peixes, anuros pré-metamórficos (girinos) e pós-metamórficos, megarrestos vegetais (Figura 2), como folhas, caules e frutos

(Franco-Delgado, em preparação), além de insetos, coprólitos, penas, esporos e grãos de pólen (Garcia *et al.* 2000). Entre sua porção basal e 1,42m, onde são encontrados folhelhos papiráceos, argilosos, cinza médio, ocorrem fósseis abundantes de pipídeos, raros fósseis vegetais e algumas penas; entre 1,42m e 1,52m, os folhelhos micáceos aparecem com pequenas lentes de arenito fino, com raros fósseis vegetais e, acima deste até 1,76m, os folhelhos gradam para papiráceos, cinza, micáceo, apresentando abundantes fósseis vegetais, pequenos caules e insetos.

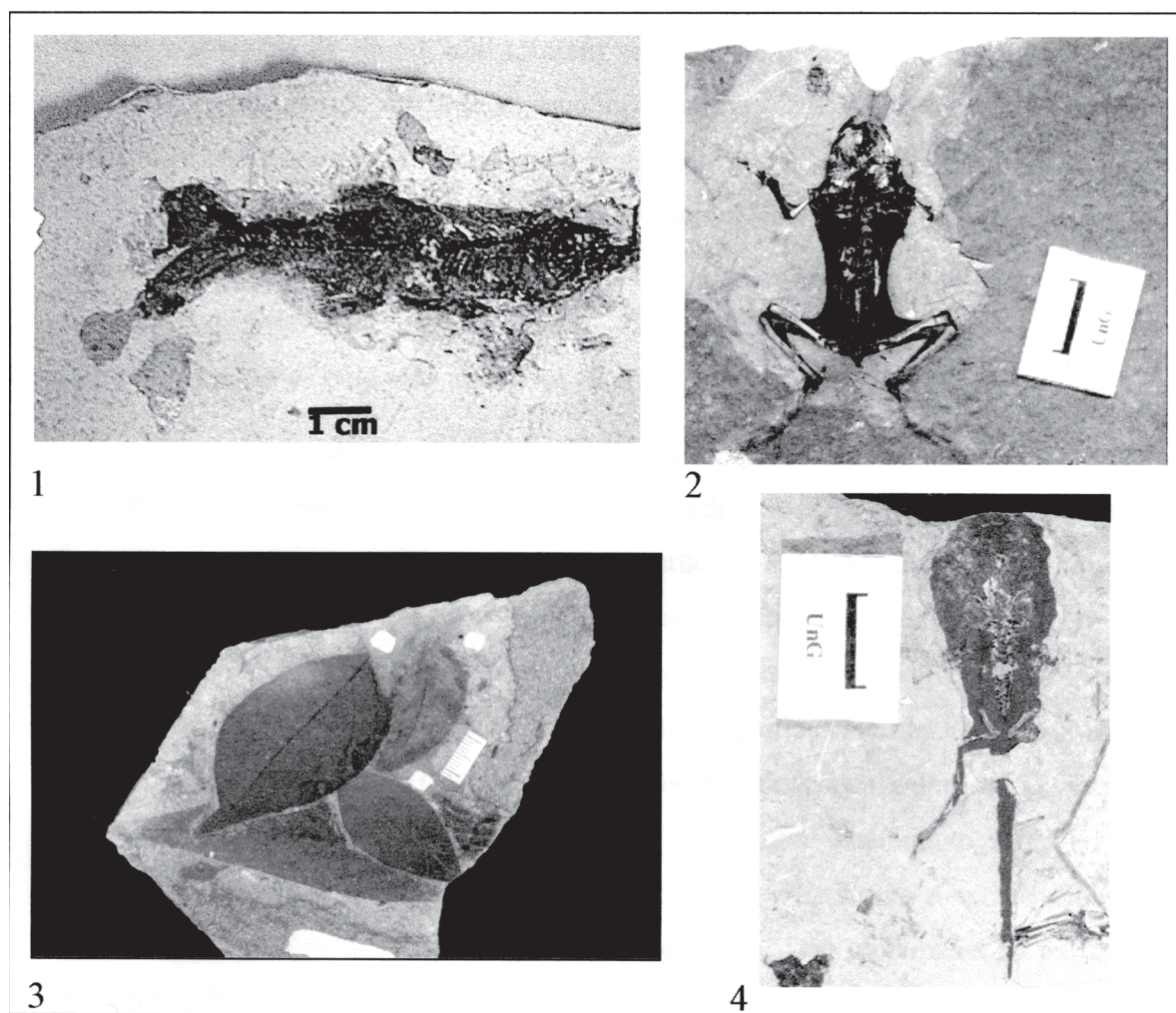


FIGURA 2: Em (1) peixe fóssil; (2) sapo fóssil; (3) folhas fósseis e em (4) girino fóssil. Escala = 10mm.

FIGURE 2: (1) Fossil fish; (2) Fossil frog; (3) Fossil leaves and (4) Fossil tadpole. Scale = 10mm.

FAMÍLIA PIPIDAE

Os pipídeos atuais incluem cerca de 30 espécies, estimando-se para essa família menos de 1% de representantes do total de espécies de anuros viventes. De acordo com Cannatella & Trueb (1988), são completamente aquáticos e raramente se aventuram por terra; possuem corpo achatado dorsoventralmente, com os membros dispostos lateralmente em posição de relaxamento; os pés apresentam-se completamente palmados; os olhos estão em posição dorsal; geralmente não possuem pálpebras e todos os adultos mantêm um sistema de linha lateral larval. Essa estrutura pode ser observada em peixes e girinos (fase pré-metamórfica) e em alguns anfíbios adultos da Família Discoglossidae (Escher 1925, *apud* Elepfandt 1996), indicando um modo de vida aquático.

Trata-se de um grupo de anuros que apresenta características próprias, diferenciando-se de outros por possuir adaptações morfológicas associadas ao modo de vida aquático, como por exemplo, apenas uma abertura para o Tubo de Eustáquio na faringe e ausência de língua (daí estarem separados em um grupo denominado Aglossa). Modificações no hióide refletem as mudanças na garganta e na musculatura associada; as alterações hiobraquiais em pipídeos foram maiores que aquelas verificadas em outros anuros. O modo de vida aquático afetou o comportamento de alimentação dos pipídeos, sendo o alimento “agarrado” pelas pontas dos dedos, e também o sistema de corte, onde acrobacias características são realizadas. Os modos reprodutivos neste grupo também foram influenciados pela vida aquática (Cannatella & Trueb 1988).

Segundo Duellman & Trueb (1986), este grupo apresenta de 6 a 8 vértebras epicordais opistocélicas com arco neural imbricado; as vértebras pré-sacrais I e II estão fusionadas (exceto em *Xenopus*), o cótilo atlantal e a pré-sacral I estão justapostos (separados em *Pipa*). A VIII vértebra pré-sacral está fusionada ao sacro em algumas espécies de *Pipa*; as costelas são livres em subadultos de gêneros viventes de Pipidae e em espécies adultas do Cretáceo inferior, mas estão anquilosadas nos processos transversos das vértebras pré-sacrais II a IV em adultos de espécies modernas. O sacro possui diapófises expandidas e fusionadas ao uróstilo, o que usualmente falta no processo transversal livre do sacro. A cintura peitoral é pseudofirmisterna e sem o omosterno. O esterno é bem expandido e as cartilagens epicoracóides são elaboradas na parte posterior dos coracóides. A clavícula e a escápula são fusionadas, exceto na maioria das espécies de *Pipa*, onde o final anterior da escápula é sobreposto pela clavícula. As palatinas e o parahióide estão ausentes e os anéis cricóides (cartilagem cricóide) são completos. A maxila e a pré-maxila possuem dentes não pedicelados em *Xenopus* e em algumas espécies de *Pipa*, e são edentadas em outras espécies de *Pipa*,

Hymenochirus e *Pseudhymenochirus*. O astrágalo e o calcâneo estão fusionados apenas nas porções proximal e distal; apresentam duas tarsilas. A fórmula falangial é normal.

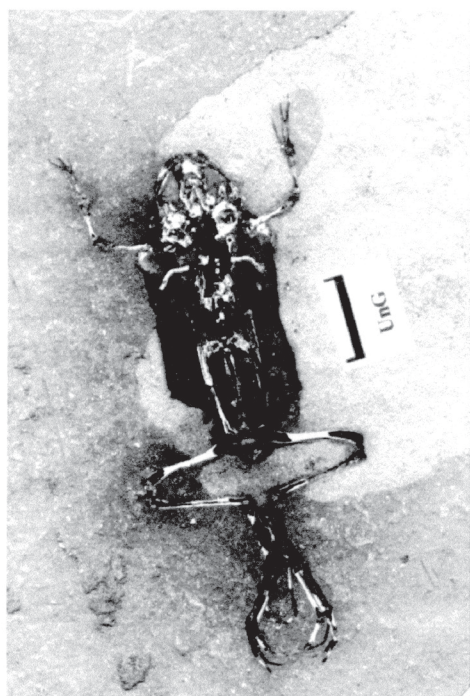
REGISTRO FOSSILÍFERO DE PIPÍDEOS

A Família Pipidae não é muito diversificada atualmente, mas os seus fósseis estão entre os mais numerosos e completos dentre os anuros. Isto é de fácil compreensão, considerando-se que os primeiros registros datam do Cretáceo (Nevo 1968, Reig 1959), sempre se tratando de espécies aquáticas, o que ocorre até os dias de hoje, proporcionado um grande número de indivíduos fossilizados e, de um modo geral, em ótimas condições de preservação.

Os registros mais antigos foram feitos por Nevo (1968), que descreveu dois gêneros e três novas espécies (*Thoraciliacus rostriceps*, *Cordicephalus agracilis* e *Cordicephalus longicostatus*), para o Cretáceo de Israel; para a América do Sul, Reig (1959) descreveu novo gênero e nova espécie para o Cretáceo Superior da Argentina (*Saltenia ibanezi*), redescrito por Báez (1981); para o Cretáceo Superior, Báez & Rage (1998) descreveram *Pachybatrachus taqueti* para a Formação Ibeceten do sudeste da Nigéria. Casamiquela (1960, 1961, 1965) descreveu gênero e espécie novos para o Paleógeno da Argentina (*Shelania pascuali*), redescrito posteriormente por Báez & Trueb (1997). Báez & Pugener (1998) descreveram *Shelania laurenti*, com idade Paleoceno-Eoceno para o noroeste da Patagônia (Argentina) e, finalmente, em trabalho mais recente, Henrici & Báez (2001) descreveram *Xenopus boiei*, datado do Oligoceno Superior, para o Grupo Vulcânico Yemen, na Península Arábica. Para o território brasileiro, tem-se apenas o trabalho de Estes (1975a,b) que descreveu *Xenopus romeri* do Paleoceno tardio da Bacia de Itaboraí.

DESCRIÇÃO PRÉVIA DOS PIPÍDEOS DA BACIA DE AIURUOCA

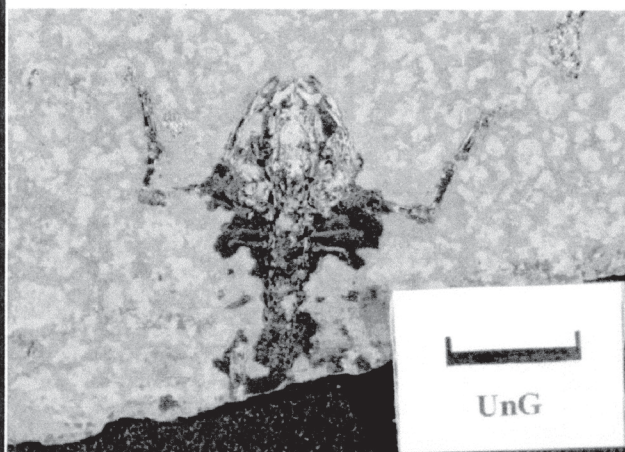
Os espécimes estudados estão em sua grande maioria completos e articulados, na forma de impressões, moldes, carbonificações (UnG AA 01 e UnG AA 03A) e mumificações (UnG AA 01), alguns exemplares apresentam preservação óssea parcial (UnG AA 01, UnG AA 03A, UnG AA 18 e UnG AA 31) conforme pode ser observado na figura 3. A figura 4 demonstra a representação esquemática do indivíduo UnGAA01. Esses anuros ocorrem nos sedimentos em posição ventral ou dorsal. Os 154 fósseis analisados possuem entre 23,8mm e 51mm de comprimento rostro-cloacal. Através de análises osteométricas, nota-se que os espécimes apresentaram desvio padrão de +/- 7,0 mm em seu comprimento rostro-cloacal, confirmando tratar-se de indivíduos pós-metamórficos. As fases pré-metamórficas (girinos) não foram incluídas nesta análise.



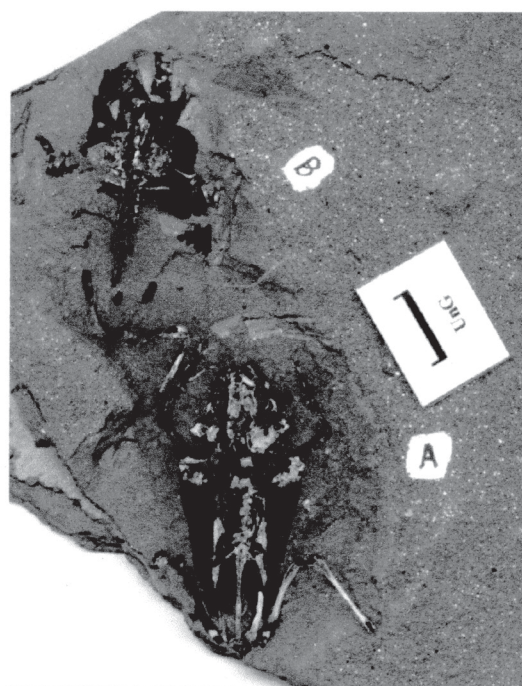
UnGAA01



UnGAA31



UnGAA18



UnGAA03A

FIGURA 3: Exemplos demonstrando as conservações ósseas. Escala = 10mm.

FIGURE 3: Specimens showing well preserved skeletons. Scale = 10mm.

Segue-se uma descrição prévia do material colecionado até o momento. O nome definitivo do gênero e espécie somente serão apresentados na descrição formal, que está sendo elaborada por Bedani & Haddad (em preparação) e que fará parte da dissertação de mestrado a ser defendida na

Universidade Guarulhos pela primeira autora.

O holótipo UnGAA 01(a e b) apresenta-se parcialmente ossificado e representando um indivíduo pós-metamórfico, talvez adulto (Figura 5).

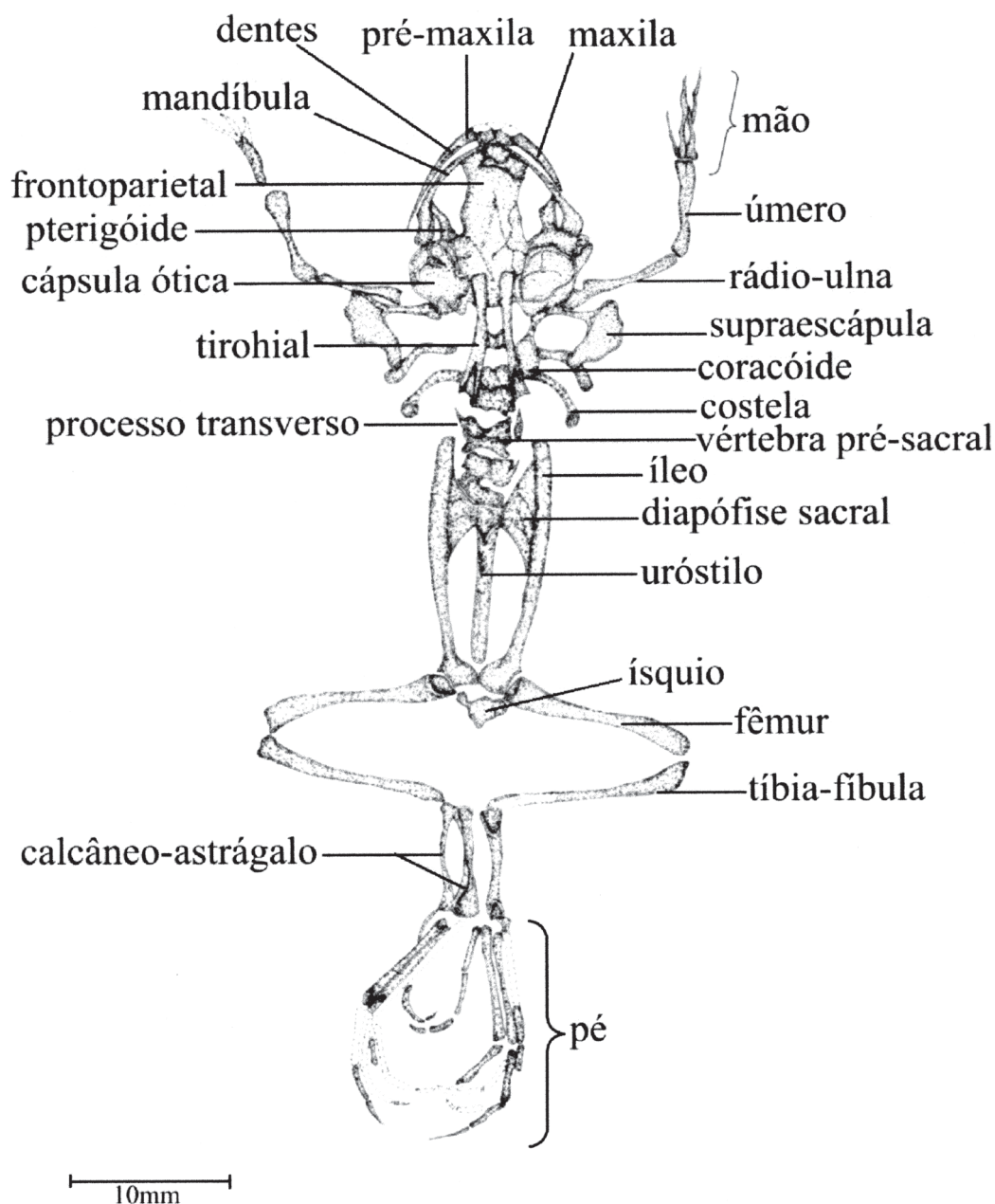


FIGURA 4: Representação osteológica esquemática do exemplar UnG AA01.

FIGURE 4: Skecht of the osteological representation exemplar UnG AA01.

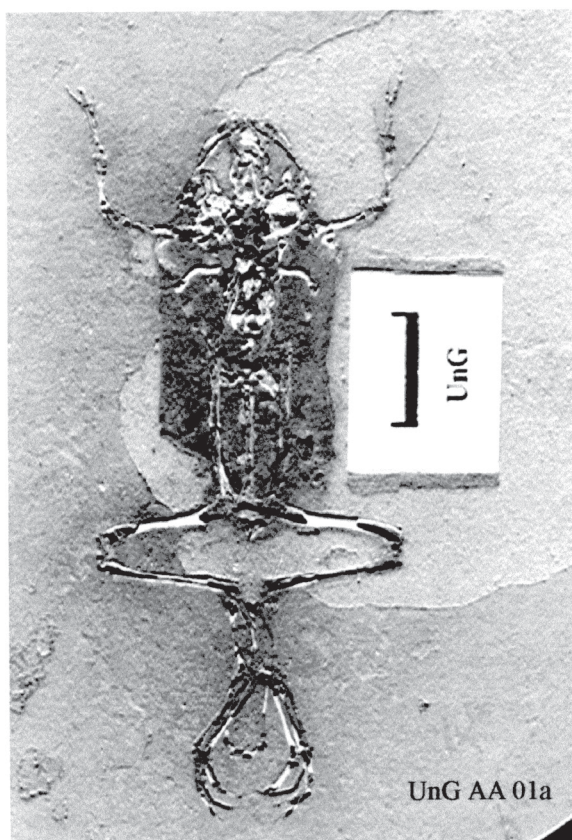
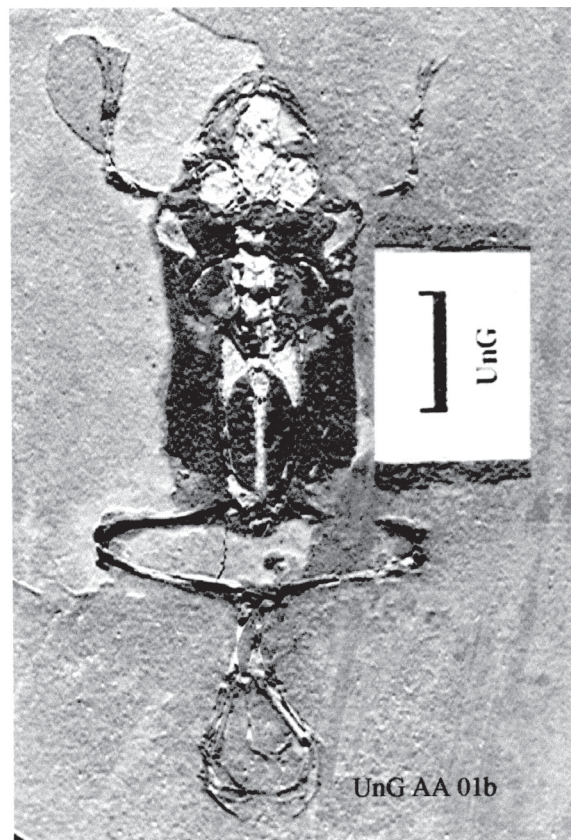


FIGURA 5: Holótipo UnG AA 01 a/b. Escala = 10mm.

FIGURE 5: Holotype UnG AA 01 a/b. Scale = 10mm.



Diagnose Específica: Anuro caracterizado por apresentar crânio com frontoparietais fusionadas com cristas parassagitais; apresenta dentes na pré-maxila e maxila; a clavícula e a escápula não estão fusionadas; atlas e segunda vértebra (I e II) fusionados; sacro fusionado ao uróstilo; coluna vertebral opistocélica; diapófises sacrais apresentam-se expandidas distalmente; superfície articular zigapofiseal achatada como em *Pipa pipa*, *Pipa arrabali* e *Pipa carvalhoi*.

Espécime: "Paleopipa Aiuruoca"

Etmologia: Este nome não corresponde ao nome verdadeiro, em função das formalidades exigidas pelas regras de taxonomia zoológica. O nome definitivo somente será apresentado na descrição formal da espécie, em revista científica.

Diagnose genérica: a mesma da espécie por monotipia.

Holótipo: esqueleto incompleto, parcialmente articulado, preservado no próprio sedimento. Laboratório de Geociências da Universidade Guarulhos, N° UnGAA- 01 (a e b).

Horizonte e Localidade: Eoceno-Oligoceno da Formação Entre-Córregos, Bacia de Aiuruoca, Minas Gerais, Brasil.

Material Adicional Analisado: JPPJ 894 *Pipa carvalhoi* (diafanizado); JPPJ 369 *Pipa carvalhoi* (esqueleto) - material pertencente à coleção José P. Pombal Junior, depositada no Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP - Rio Claro- São Paulo; CFBH 4020 *Xenopus leavis* (diafanizado), CFBH 4431 *Macrogenioglottus alipioi* (família Leptodactylidae

- diafanizado) e CFBH 1511 *Pipa carvalhoi* (diafanizado) - material pertencente à coleção Célio F. B. Haddad, depositada no Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP - Rio Claro - São Paulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das análises osteológicas e morfológicas de indivíduos atuais pode-se afirmar que, os fósseis aqui analisados são anuros pertencentes à Família Pipidae. A ocorrência desses indivíduos em abundância e em excelente estado de preservação é um fato inédito no Brasil. Trabalhos futuros deverão fornecer dados importantes para o entendimento do paleoclima, paleogeografia e estratigrafia do Terciário do Sudeste brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BÁEZ, A. M. 1981. Redescription and relationships of *Saltenia ibanezi*, a late Cretaceous pipid frogs from northwestern Argentina. *Ameghiniana*, **18** (3-4) : 127-154.
- BÁEZ, A. M. & RAGE, J. C. 1998. Pipid frogs from the Upper Cretaceous of in Beceten, Niger. *Paleontology*, **41**: 669-691.
- BÁEZ, A. M. & TRUEB, L. 1997. Redescription on the Paleogene *Shelania pascuali* from Patagonia and its bearing on the

- relationships of fossil and recent Pipoid Frogs. *Natural History Museum the University of Kansas, Scientific Papers*, **4**: 1-41.
- BÁEZ, A. M. & PUGENER, L. A. 1998. A New Paleogene Pipid Frog From Northwestern Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **18** (3): 511-524.
- CANNATELLA, D.C. & TRUEB, L. 1988. Evolution of pipoid frogs: Intergeneric relationships of the aquatic frog family Pipidae (Anura). *Zoological Journal of the Linnean Society*, **94**:1-38.
- CASAMIQUELA, R.M. 1960. Datos preliminares sobre un Pipideo fossil de Patagonia. CONGRESO SUDAMERICANO DE ZOOLOGIA, 1ª, 1960. *Actas y Trabajos ...* v. 9, p. 17-22.
- CASAMIQUELA, R. M. 1961. Un Pipideo fossil del Patagonia. *Revista del Museu de la Plata, (Nueva Serie)*, **4**(22): 91-123.
- CASAMIQUELA, R. M. 1965. Nuevos Ejemplares de *Shelania pascuali* (Anura, Pipidea) del Eoterciario de La Patagonia. *Ameghiniana*, **4**: 41-51.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. 1986. *Biology of Amphibians*. Baltimore, John Hopkins University Press. 670p.
- ELEPFANDT, A. 1996. Sensory perception and the lateral line system and clawed frog, *Xenopus*. Pp 97-116 **In** TINSLEY, R. C & KOBEL, H. R. (eds). *The Biology of Xenopus*, SYMPOSIA OF THE ZOOLOGICAL SOCIETY OF LONDON, 68. Oxford, Clarendon Press. , 440pp
- ESTES, R. 1975a. *Xenopus* from the Paleocene of Brazil and its zoogeographic importance. *Nature*, **254**: 48-40.
- ESTES, R. 1975b. Fossil *Xenopus* from the Paleocene of South America and zoogeography of pipid frogs. *Herpetologica*, **31**: 263-278.
- GARCIA, M. J.; SANTOS, M.; HASUI, Y. 2000. Palinologia da Parte Aflorante da Formação Entre-Córregos, Bacia de Aiuruoca, Terciário do Estado de Minas Gerais, Brasil **In**: REUNIÃO DE PALEOBOTÂNICOS E PALINÓLOGOS-RPP, X, Guarulhos, SP. *Revista Universidade Guarulhos - Geociências*, **Ano V** (Especial), p. 259.
- HENRICI, A. C. & BÁEZ, A. M. 2001. First occurrence of *Xenopus* (Anura: Pipidae) on the Arabian Peninsula: A new species from Upper Oligocene of Yemen. *Journal of Paleontology*, **75** (4): 870-882.
- NEVO, E. 1968. Pipid Frogs from the early Cretaceous of Israel and Pipid Evolution. *Bulletin Museum of Comparative Zoology Harvard University*, **136**:255-318.
- REIG, O. A. 1959. Primeros datos descriptivos sobre los anuros del Eocretáceo de la Provincia de Salta (Rep. Argentina). *Ameghiniana*, **1**:3-8.
- RIFF, D. & BERGVIST, L. P. 1999. Primeira Ocorrência de Anura na Bacia de Taubaté, SP (Oligoceno Superior) **In**: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, XVII. *Boletim de Resumos...Crato, Ceará*, p 90-91.
- SANTOS, M. 1999. *Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto Rio Grande: A Bacia Terciária de Aiuruoca e Evolução Morfotectônica*. Rio Claro, 2v. 134p (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - IGCE- UNESP).
- TRUEB, L. ; PÚGENER, L. A. ; MAGLIA, A. M. 2000. Ontogeny of the Bizarre: Na Osteological Description of *Pipa pipa* (Anura: Pipidae), With na Account of Skeletal Development in the Species; *Jornal of Morphology*, **243**: 75-104.