



Contexto geológico dos notossúquios (Crocodylomorpha) cretácicos do Brasil.

ISMAR DE SOUZA CARVALHO

Deptº de Geologia - Instituto de Geociências/UFRJ

Av. Brigadeiro Trompowski, s/nº - Ilha do Fundão - 21.949-900 - Rio de Janeiro-RJ - Brasil.

e-mail: ismar@igeo.ufrj.br

REINALDO JOSE BERTINI

Deptº de Geologia Sedimentar - Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP

Av. 24-A, 1515 - Caixa Postal 178 - 13.506-900 - Rio Claro-SP - Brasil.

e-mail: rbertini@rc.unesp.br

CARVALHO, I.S. & BERTINI, R.J. (1999): Contexto geológico dos notossúquios (Crocodylomorpha) cretácicos do Brasil - GEOLOGIA COLOMBIANA, 25, pgs. 163 - 184, 18 Figs., Bogotá.

RESUMEN

Los Notosuchia son un grupo de pequeños mesosuchia crocodylomorpha cretácicos con un cráneo relativamente alto, región lateralmente comprimida, fenestra mandibular corta, dentición especializada y reducida, y caracteres primitivos en la región palatal. Fueron hallados en depósitos cretácicos de América del Sur (Brasil, Uruguay y Argentina), África (Nigeria y Malawi) y Asia (China). En el Brasil fueron descubiertos en las cuencas de Araripe, Parnaíba y Bauru. La primera es una cuenca de tipo rift y las dos últimas son amplias cuencas intracratónicas, con un gran espesor de sedimentos continentales cretácicos. Apparently, la distribución de los Notosuchia en Brasil está limitada a las sucesiones de edad aptiana a maastrichtiana (?). En la cuenca de Araripe (NE Brasil, Estado de Ceará) se ha encontrado *Araripesuchus gomesii* en nódulos carbonáticos incluidos en margas de la sucesión aptiana-albiana local (Formación Santana), interpretada como depositada en lagos someros, de aguas dulces a salobres, dispuestos a lo largo de la paleocosta continental. Existe apenas una especie de Notosuchia en la cuenca de Parnaíba (NE Brasil, Estado de Maranhão), *Candidodon itapecuruense*, hallado en la Formación Itapecuru (Albiano), en sucesiones silicoclásticas que indican un sistema fluvial meandriforme. Los datos palinológicos sugieren un clima caliente y húmedo para la región. Los Notosuchia de la Cuenca Bauru (SE Brasil, Estado de São Paulo) aparecen en una sucesión silicoclástica de las formaciones Adamantina y Araçatuba correspondientes al intervalo Coniaciano-Campaniano (Cretácico superior). Los sedimentos son interpretados como depositados en ríos entrelazados y lagos temporales, bajo condiciones climáticas semiáridas, cálida y seca. Las diferentes condiciones paleoambientales en las cuales los Notosuchia fueron encontrados permite explicar la diversidad de este peculiar grupo de Crocodylomorpha en el Brasil.

Palabras Clave: *Notosuchia*, *Crocodylomorpha*, *Cretácico de Brasil*.

ABSTRACT

Notosuchians were a peculiar group of small Cretaceous "mesosuchian" crocodylomorphs with a relatively high skull, pre-orbital region laterally compressed, short mandibular fenestra, reduced and specialized dentition, and primitive characters on the palatal region. They have been recovered from continental Cretaceous deposits in South America (Brazil, Uruguay and Argentina), Africa (Niger and Malawi) and Asia (China). In Brazil they have been found in Araripe, Parnaíba and Bauru basins. The first is a rift basin and the last two are wide intracratonic basins, with a high thickness of Cretaceous continental sediments. Apparently the occurrences of notosuchians in Brazil are limited to rocks from Aptian to Upper Cretaceous strata (? Maastrichtian). From the Araripe Basin (Northeastern Brazil, Ceará State) comes *Araripesuchus gomesii*, found at an Aptian-Albian sequence (Santana Formation) in carbonate nodules, which are interpreted to have been originated in shallow, fresh to brackish water ponds, lying along the coast in a hot and dry climate. There is an unique species of notosuchian from Parnaíba Basin (Northeastern Brazil, Maranhão State), *Candidodon itapecuruense*, from the Albian Itapecuru Formation. The sequence of siliciclastic strata, where this fossil was found, indicates a channel of a meandering river system. Palynological data suggest a hot and humid climate in that

area. The Bauru Basin notosuchians (Southeastern Brazil, São Paulo State) occur in siliciclastic Upper Cretaceous sediments (Adamantina and Araçatuba formations). The fine quartzose sandstones and siltstones, of probable Coniacian to Campanian age, are interpreted as deposited by braided rivers through a wide alluvial plain and lakes. The climate was hot and dry, in a semi-arid environment. The many environmental settings where notosuchians have been found, meandering river floodplain, braided alluvial plain and shallow ponds, could explain the diversity of this peculiar crocodylomorph group in Brazil.

Key Words: *Notosuchia, Crocodylomorpha, Cretaceous, Brazil.*

1. INTRODUÇÃO

Os notossúquios foram pequenos crocodilomorfos, principalmente gondwânicos, encontrados especialmente em rochas do Cretáceo sul-americano e africano.

Os notossúquios, de acordo com GASPARINI (1971), constituem uma infraordem de crocodilomorfos "mesossuquianos". Os "Mesosuchia", diante da ampla variedade de padrões morfológicos, provavelmente não formariam um grupo natural.

Inicialmente identificados na América do Sul, atualmente existem registros na África (havendo um gênero em comum com a América do Sul) e com dúvidas na Ásia. O tamanho era pequeno e foram continentais, terrestres, possivelmente omnívoros e com características morfológicas que poderiam associá-los aos membros mais primitivos desta ordem (BERTINI & CARVALHO 1998; CARVALHO & BERTINI 1998).

No Brasil (Fig. 1) temos a ocorrência deste grupo fóssil na Bacia do Araripe (Aptiano-Albiano, Formação Santana - *Araripesuchus gomesii*), Bacia do Parnaíba (Aptiano-Albiano, Formação Itapecuru - *Candidodon itapecuruense*), e Bacia Bauru (? Coniacino-Maastrichtiano, Formação Adamantina - *Maríliauchus amarali*).

Na Bacia do Araripe, *Araripesuchus gomesii* provém de uma seqüência carbonática (Formação Santana) do Cretáceo Inferior, interpretada como tendo sido originada em lagunas rasas, de águas doces a salobras, em clima quente e seco (PRICE 1959; HECHT 1991). Na Bacia do Parnaíba ocorre *Candidodon itapecuruense*, oriundo da Formação Itapecuru, também do Cretáceo Inferior (CARVALHO 1994). A seqüência siliciclástica onde este fóssil é encontrado indica depósitos de um sistema fluvial meandrante. Os dados palinológicos desta unidade sugerem um clima quente e úmido na área. Os notossúquios da Bacia Bauru são encontrados em rochas siliciclásticas (Formação Adamantina) do Cretáceo Superior (BERTINI & ARRUDA-CAMPOS 1995; CARVALHO & BERTINI, no prelo). O paleoambiente é interpretado como depósitos de rios entrelaçados em uma ampla planície aluvial, e lagos. O clima era quente e seco, em ambiente semi-árido.

Os tetrápodos cretácicos gondwânicos possuem grande número de formas especializadas, sendo que os crocodilomorfos notossuquianos parecem ter sido um dos

grupos mais característicos e peculiares deste momento da história geológica da América do Sul e da África.

De acordo com GASPARINI *et alii* (1991) as notáveis especializações apresentadas pelos notossúquios indicariam que o grupo tem uma história bem anterior a mais antiga ocorrência fóssil conhecida.

A conexão entre América do Sul e África até o Aptiano-Albiano é coerente com a distribuição dos notossúquios, sendo que não há espécies de crocodilomorfos estritamente terrestres, comuns aos dois continentes, em rochas pós-albianas, e a fauna destes arcossauromorfos terrestres do Cretáceo Superior da América do Sul é contrastante com a registrada nos continentes do norte. Na América do Sul, diferentes grupos de "mesossuquianos" eram os principais componentes das assembléias crocodilianas. Tais fatores, segundo GASPARINI *et alii* (1991), reforçam as considerações de BONAPARTE (1986) de um isolamento geográfico da América do Sul em relação à Laurásia, o qual teria grande influência na evolução das faunas terrestres.

2. GEOLOGIA DAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE NOTOSSÚQUIOS

2.1 Bacia do Araripe

A Bacia do Araripe apresenta a maior área de exposição de rochas cretácicas (12.200 km²) dentre as bacias interiores do Nordeste (Fig. 2). Localiza-se na região sul do Estado do Ceará e oeste do Estado de Pernambuco.

As litologias sedimentares que a preenchem são constituídas por conglomerados, arenitos conglomeráticos, arenitos, siltitos, folhelhos, argilitos, margas, calcários, gipsita e anidrita (Fig. 3).

A subdivisão litoestratigráfica destas rochas, tem sido amplamente discutida e revista por inúmeros autores. No presente estudo optou-se pelos termos litoestratigráficos mais utilizados na literatura geológica da região (BEURLEN 1962, 1963, 1971; VIANA & CAVALCANTI 1991; CAVALCANTI & VIANA 1992; PONTE 1992b), com a seqüência constituída pelas formações Cariri, Brejo Santo, Missão Velha, Santana e Exu. A subdivisão litoestratigráfica dos furos de sondagem da Bacia do Araripe (Projeto Santana - CPRM) foi baseada na proposta de SHEID *et alii* (1978). Contudo, na opinião de Mitsuru Arai (CENPES-Petrobrás, informação oral) o

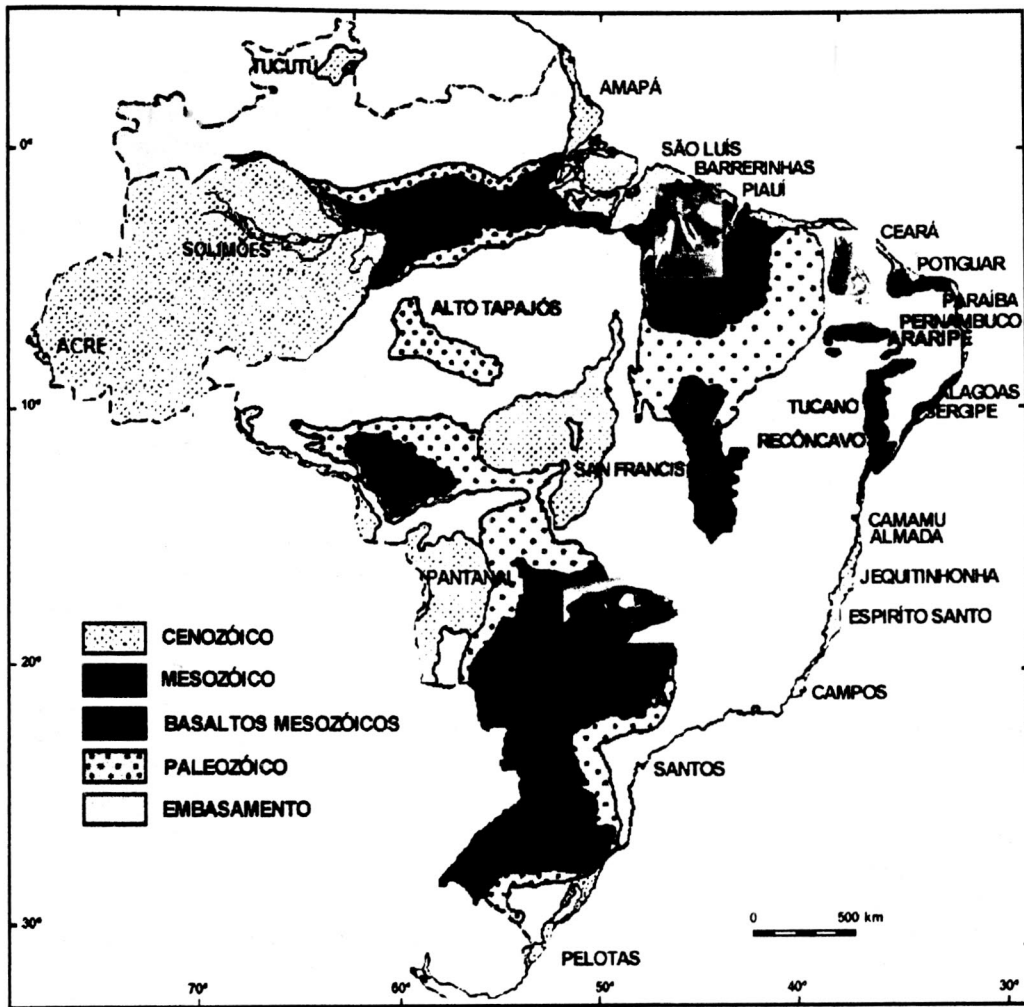


Fig. 1. Distribuição das principais bacias cretácicas brasileiras e indicações das ocorrências de nostossúquios.

termo litoestratigráfico mais adequado para os depósitos do Aptiano desta bacia seria o proposto por PONTE & APPI (1990) (Formação Rio da Batateira).

A Formação Cariri é composta por conglomerados com seixos de quartzo arredondados e arenitos conglomeráticos a grossos bem silicificados. São comuns as estratificações cruzadas acanaladas e tabulares; a coloração é esbranquiçada a amarelada. A Formação Brejo Santo é constituída por arenitos muito finos, siltitos e argilitos avermelhados com intercalações de margas esverdeadas. Estruturas «linsen», «flaser» e gretas de contração são freqüentes. A Formação Missão Velha, com os membros Grota Funda, Olho D'Água Comprido, Barbalha e Rio da Batateira, são arenitos friáveis, de granulação média-fina, com intercalações de argilas cinza-esverdeadas ou níveis conglomeráticos. As principais estruturas sedimentares são

estratificações cruzadas acanaladas, tabulares, marcas de onda, «climbing-ripples», «flaser», «linsen», gretas de contração e bioturbações. A unidade subsequente - Formação Santana - é composta por calcários laminados, siltitos, argilitos (Membro Crato); gipsita e anidrita (Membro Ipubi); calcários, margas, siltitos e argilitos com nódulos carboná-ticos (Membro Romualdo). Os arenitos quartzosos, friáveis, argilosos (caulínicos ou não), e de coloração avermelhada que capeiam a Formação Santana, são designados como Formação Exu. Possuem estratificações cruzadas acanaladas e tabulares, em corpos de geometria tabular com espessura em torno de um metro.

O fóssil *Araripesuchus gomesii* descrito por PRICE (1959), provém de afloramento do flanco ocidental da Bacia do Araripe (Fig. 4). Trata-se de material contido em um

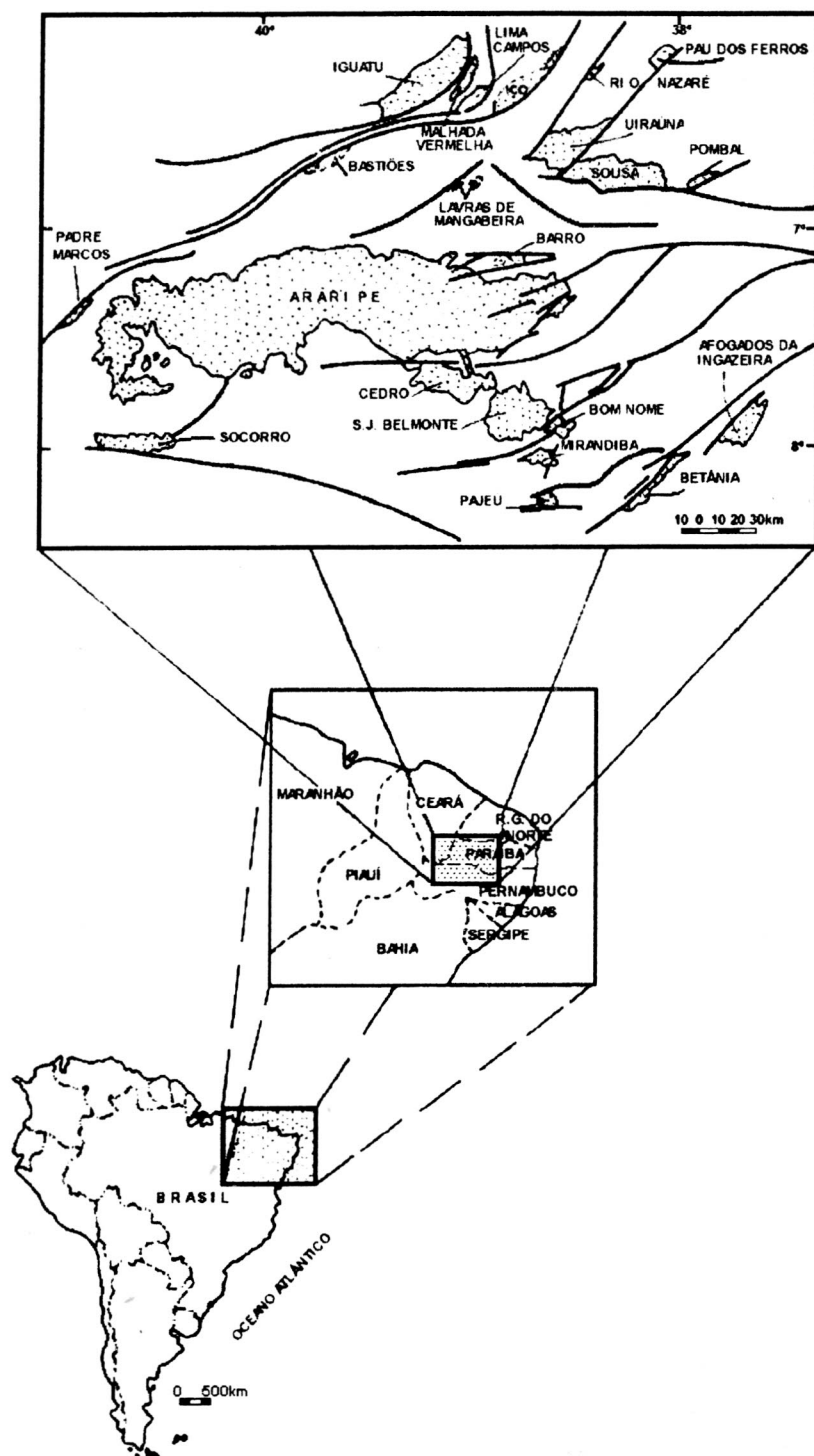


Fig. 2. Mapa de Localização das bacias intracontinentais cretácicas do Nordeste brasileiro (CARVALHO 1993).

nódulo carbonático, coletado em uma sucessão de folhelhos, situados na Ladeira do Berenga, na estrada que vai da cidade de Campos Sales, no Estado do Ceará, à Caldeirão Grande, Município de Fronteiras, no Estado do Piauí (Fig. 5). PRICE (*op. cit.*) considerou que esta sucessão litológica enquadrar-se-ia na Formação Santana.

Algumas das concepções da história evolutiva da Bacia do Araripe consideram-na num contexto poli-histórico iniciado no Paleozóico (MABESOONE & TINOCO 1973; BRITO NEVES 1990; MEDEIROS 1990; PONTE & APPI 1990; ASSINE 1992; PONTE 1992a). Porém, como demonstrado por CARVALHO *et alii* (1995), as rochas consideradas como de um primeiro ciclo sedimentar paleozóico (Siluro-Devoniano) contêm uma icnofauna dinossauriana similar à encontrada em rochas cretácicas de bacias adjacentes. Desta forma, os modelos mais adequados para a origem e evolução da Bacia do Araripe são os apresentados por SILVA (1983); BERTHOU (1990) e DARROS DE MATOS (1992).

Forma, tamanho, geometria e estilos de deformação tectônica da Bacia do Araripe são análogos aos modelos preditivos de bacias *pull-apart*. A Bacia do Araripe seria, segundo SILVA (1983), parte de um complexo de *rift-valleys* localizado na extremidade de um *rift* abortado - a Bacia do Recôncavo - separando-se deste por regiões soerguidas pelos lineamentos Paraíba e Pernambuco. Para DARROS DE MATOS (1992), o tectonismo conduziu à individualização de duas sub-bacias, Feira Nova e Crato, as quais seriam limitadas

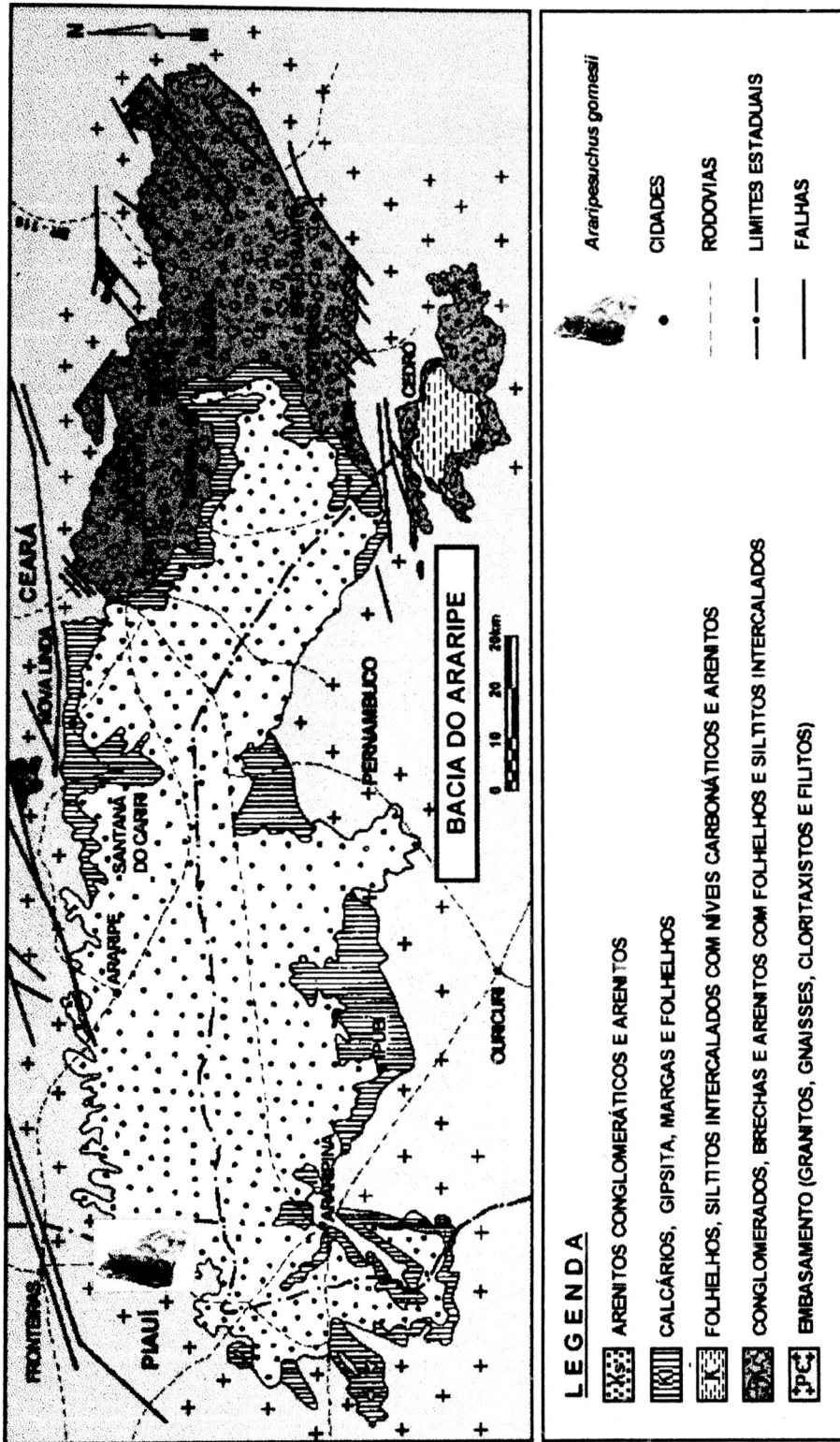


Fig. 3. Mapa geológico da Bacia do Araripe, de onde provém o notossúquio *Araripeuchus gomesii*. Modificado de CAVALCANTI & VIANA (1992).

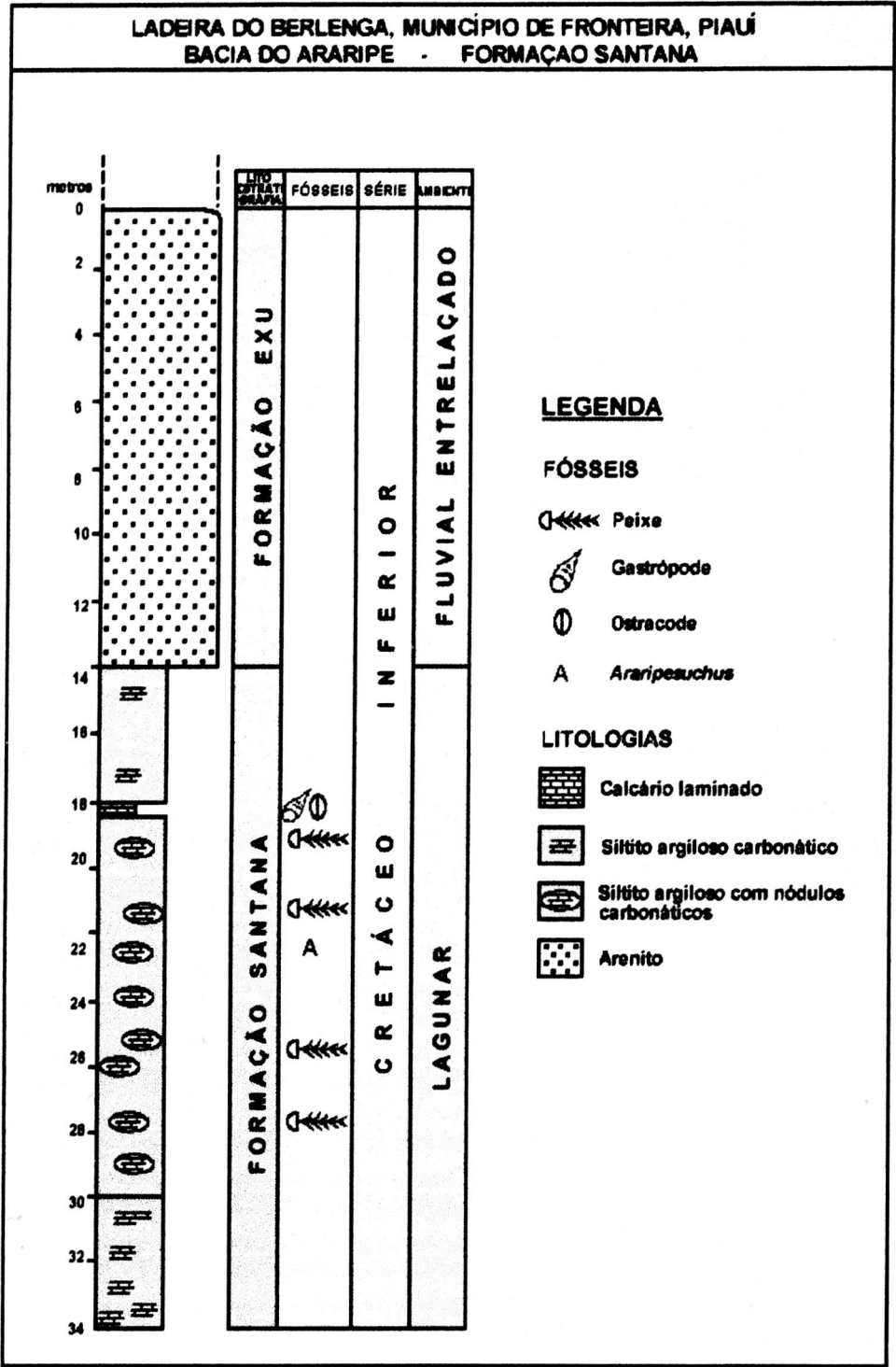


Fig. 4. Perfil estratigráfico da Ladeira do Berenga, Estado do Piauí, localidade de onde provém *Araripesuchus*.

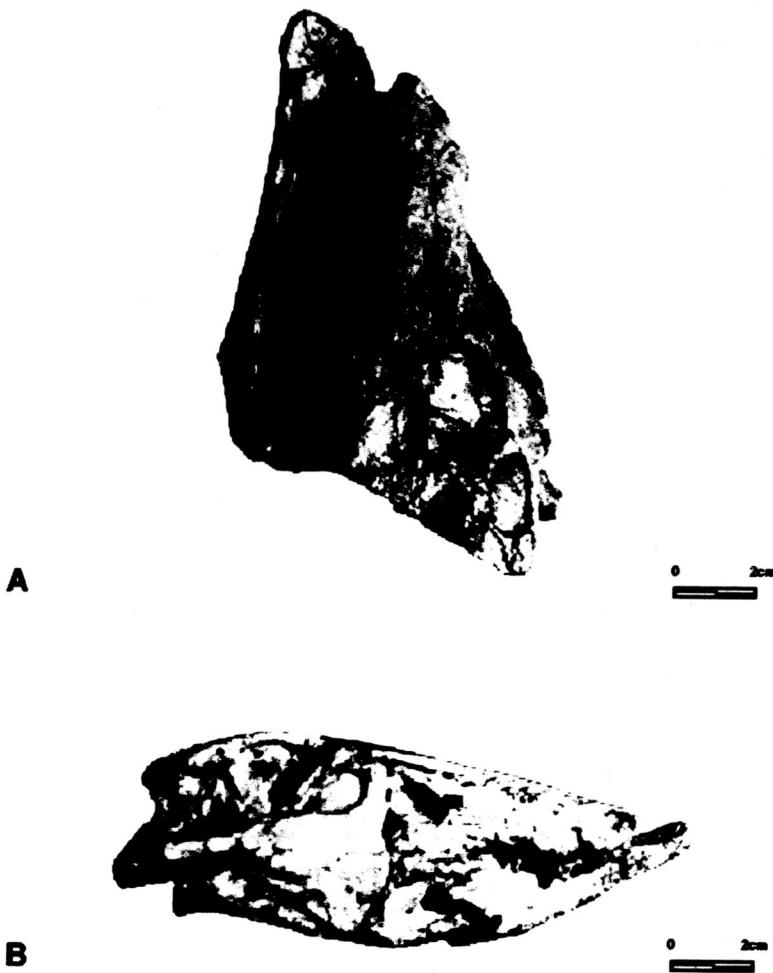


Fig. 5. *Araripesuchus gomesii* (Holótipo: DGM 423 - R) oriundo da localidade de Ladeira do Berlenga, Piauí. Bacia do Araripe, Formação Santana (Aptiano-Albiano).

por falhas de transferência de direção noroeste e/ou zonas de acomodação. Em ambas haveriam falhas normais de direção nordeste-sudoeste, altos do embasamento e localmente blocos mergulhando em direção oposta. Na proposta daquele autor a bacia do Araripe, bem como as demais bacias interiores do Nordeste, seria pertencente a uma fase de evolução tectônica neocomiana, associada à formação do Atlântico Sul. Tais bacias compreenderiam as bacias «rift» do Vale do Cariri, constituídas por um conjunto de «meio-grabens

assimétricos, separados por altos do embasamento e falhamentos.

Os ambientes deposicionais na Bacia do Araripe são essencialmente continentais. Leques aluviais, sistema fluvial entrelaçado e meandrante, lagos rasos (efêmeros e perenes), são os principais tipos de paleoambientes desta bacia. Em relação aos ambientes em que se depositaram os carbonatos e sulfatos, devemos considerar que foram formados principalmente em lagos rasos salinos («playa-lakes») e ambientes tipo «sabkha». Há contudo evidências de uma

primeira ingressão marinha na bacia (oriunda da região oeste), no tempo Alagoas (Aptiano) e outra posterior, já no Albiano. Tais evidências seriam fósseis de dinoflagelados (*Subtilisphaera*), miliolídeos, foraminíferos hialinos, rotalídeos, moluscos cassiopídeos (*Paraglauconia* e *Diglauconia*), microgastrópodes, micropelecípodes e equinóideos cassidulídeos (ARAI & COIMBRA 1990; BERTHOU, VIANA & CAMPOS 1990; PONS, BERTHOU & CAMPOS 1990). O retorno das condições dulcícolas, na deposição de muitos dos sedimentos pós-gipsita na Bacia do Araripe, são atestadas por associações fósseis como as apresentadas por SILVA (1975). Este autor observou a ocorrência conjunta de ostracodes (*Darwinula* sp.) e girogonites (algas carófitas), sugerindo um ambiente de água doce ou de salinidade muito baixa.

2.2 Bacia do Parnaíba

A Bacia do Parnaíba abrange uma área de 600.000 km², ocupando uma grande região do Nordeste brasileiro (estados do Piauí, Maranhão, Ceará e parte de Tocantins). Separa-se das bacias do Amazonas, Marajó, São Luís e Barreirinhas através de arcos estruturais. Sua origem inicia-se no Paleozóico, havendo seqüências fluviais no Siluro-Devoniano, marinhas no Devoniano-Carbonífero e lagunares no Permiano. O Mesozóico é predominantemente continental, com ingressões marinhas no final do Eo-Cretáceo (Fig. 6).

A seqüência cretácica compreende principalmente depósitos continentais. A seção basal é composta por material clástico da Formação Pastos Bons, sucedida por conglomerados e arenitos da Formação Corda. São considerados como sedimentos de ambientes fluviais e eólicos, depositados em condições climáticas semi-áridas. Du-

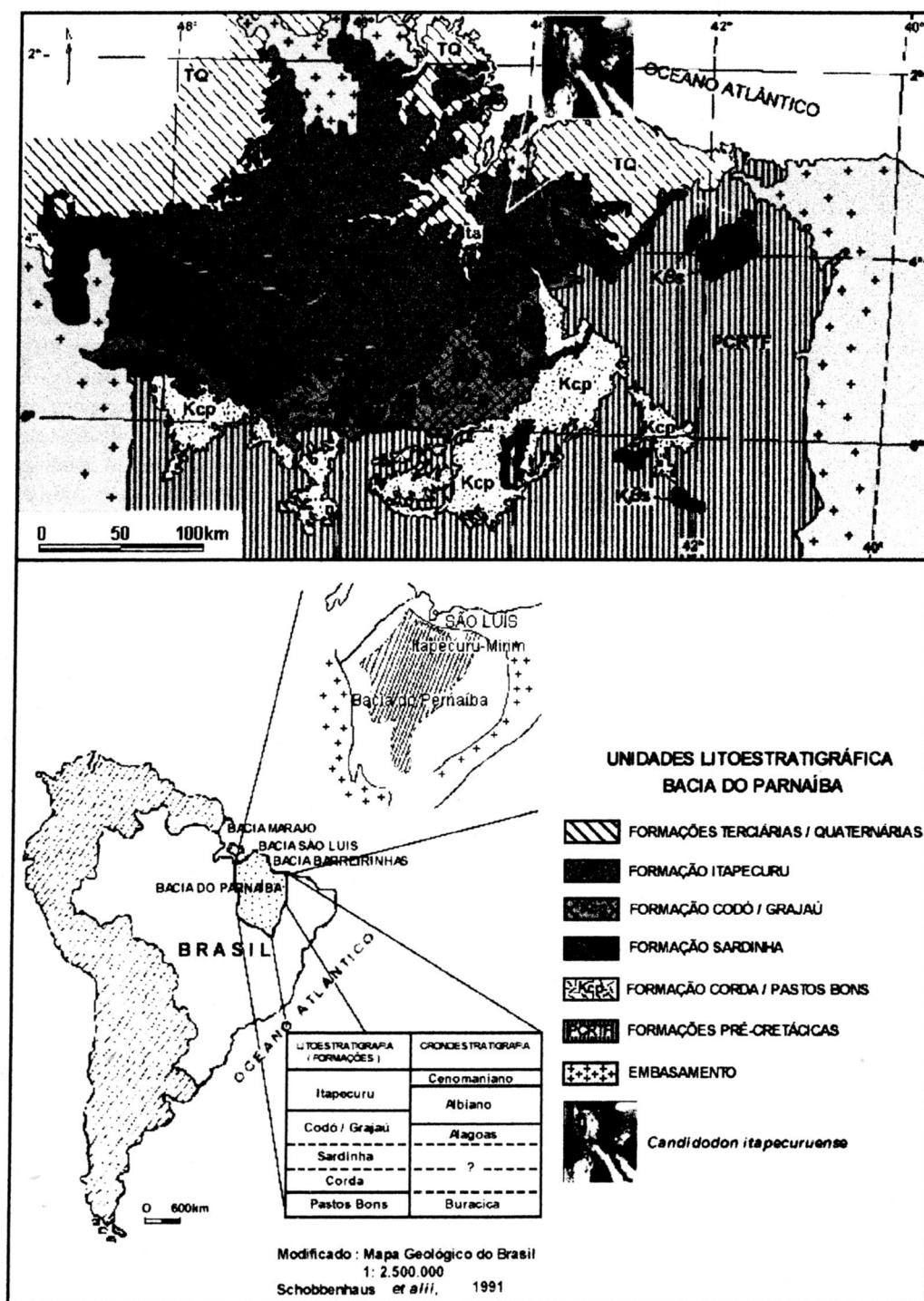


Fig. 6. Mapa geológico da porção norte da Bacia do Parnaíba, onde há a ocorrência de crocodilos notossúquios (*Candidodon itaipuruense*) em rochas da Formação Itaipuru (Aptiano-Albiano).

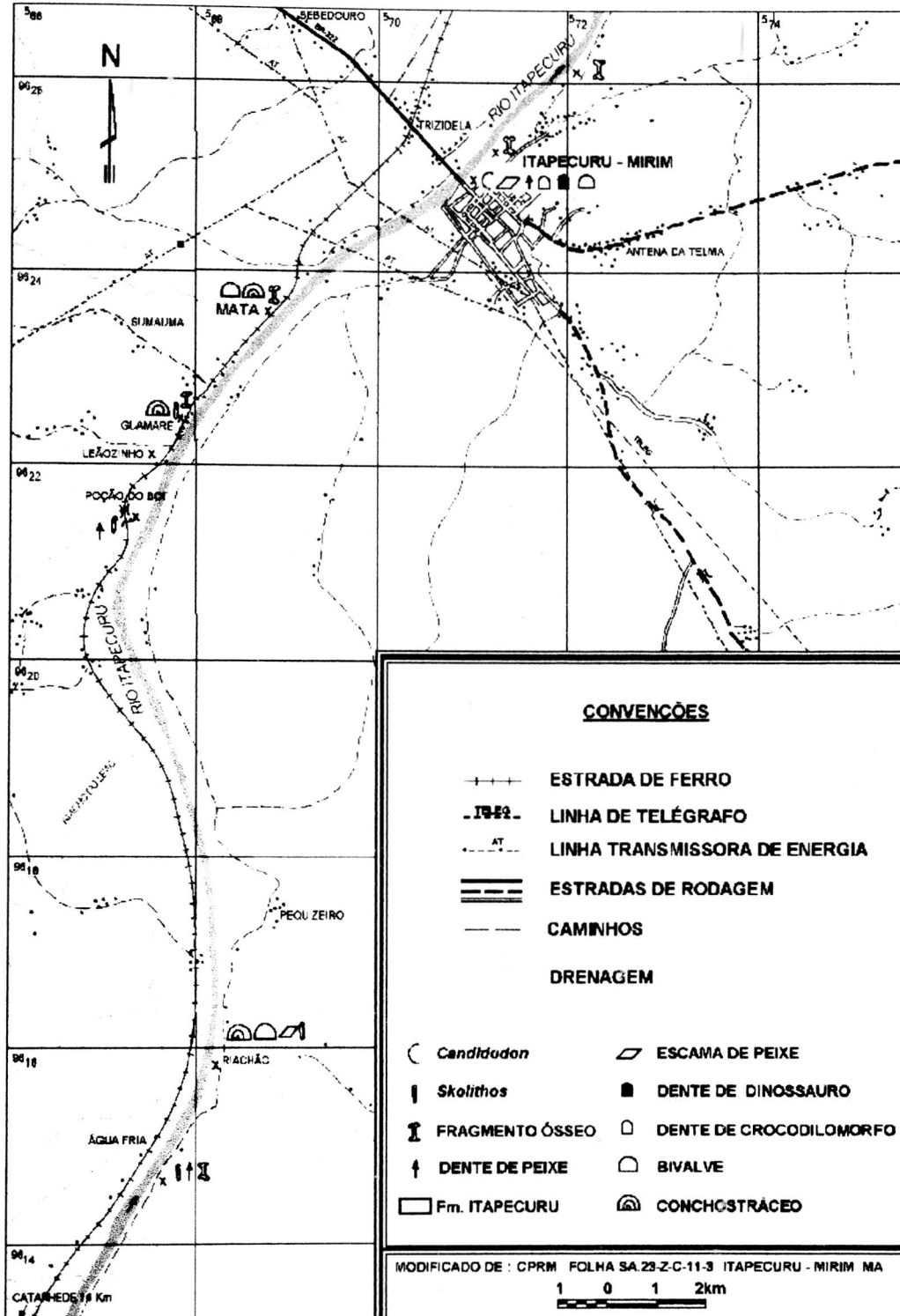


Fig. 7. Mapa de localização da ocorrência de notossúquio (*Candidodon itapecuruense*) na Bacia do Parnaíba.

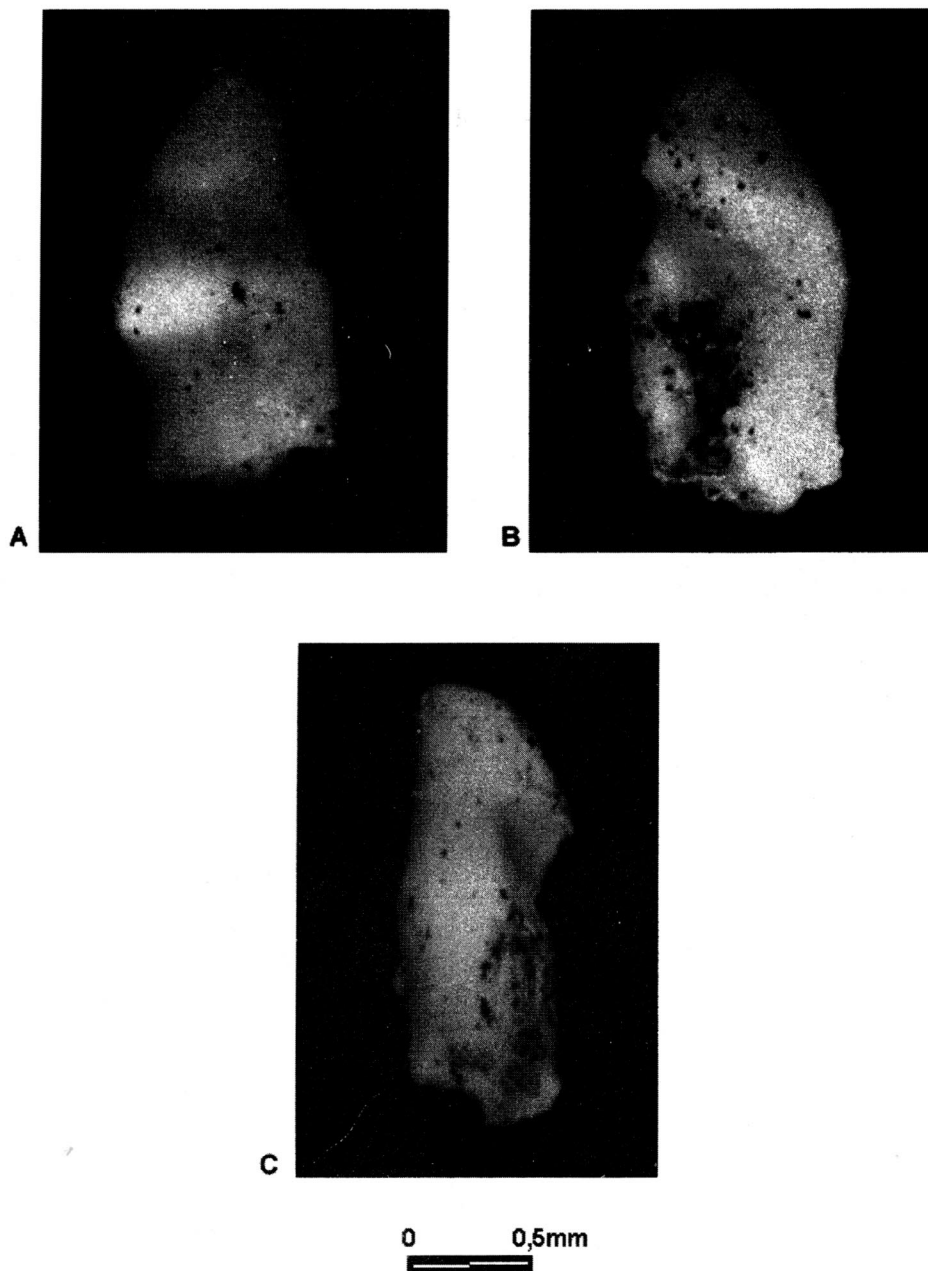


Fig. 8. *Candidodon itapecuruense* (MN-4152-V) Dente incisiforme (A) face bucal; (B) face lingual; (C) vista lateral.

rante a abertura da margem altântica equatorial ocorreram derrames basálticos através de vulcanismo fissural, os quais constituem a Formação Sardinha. No final do Cretáceo Inferior, em condições climáticas quentes e secas, ocorre a deposição de conglomerados e arenitos, denominados como Formação Grajaú. Uma ingressão marinha posterior deposita folhelhos e carbonatos, designados como Formação Codó (CASSAB *et alii* 1994).

Os depósitos cretácicos na região centro-norte da Bacia do Parnaíba, no Estado do Maranhão, são abrangidos pela unidade litoestratigráfica definida por CAMPBELL (1949) como Formação Itapecuru, que compreende os últimos depósitos cretácicos na bacia. A seção-tipo desta formação situa-se na margem direita do Rio Itapecuru (Fig. 7), sob a ponte de acesso à sede do Município de Itapecuru-Mirim (MA), localidade de onde é oriundo o notossúquio *Candidodon*

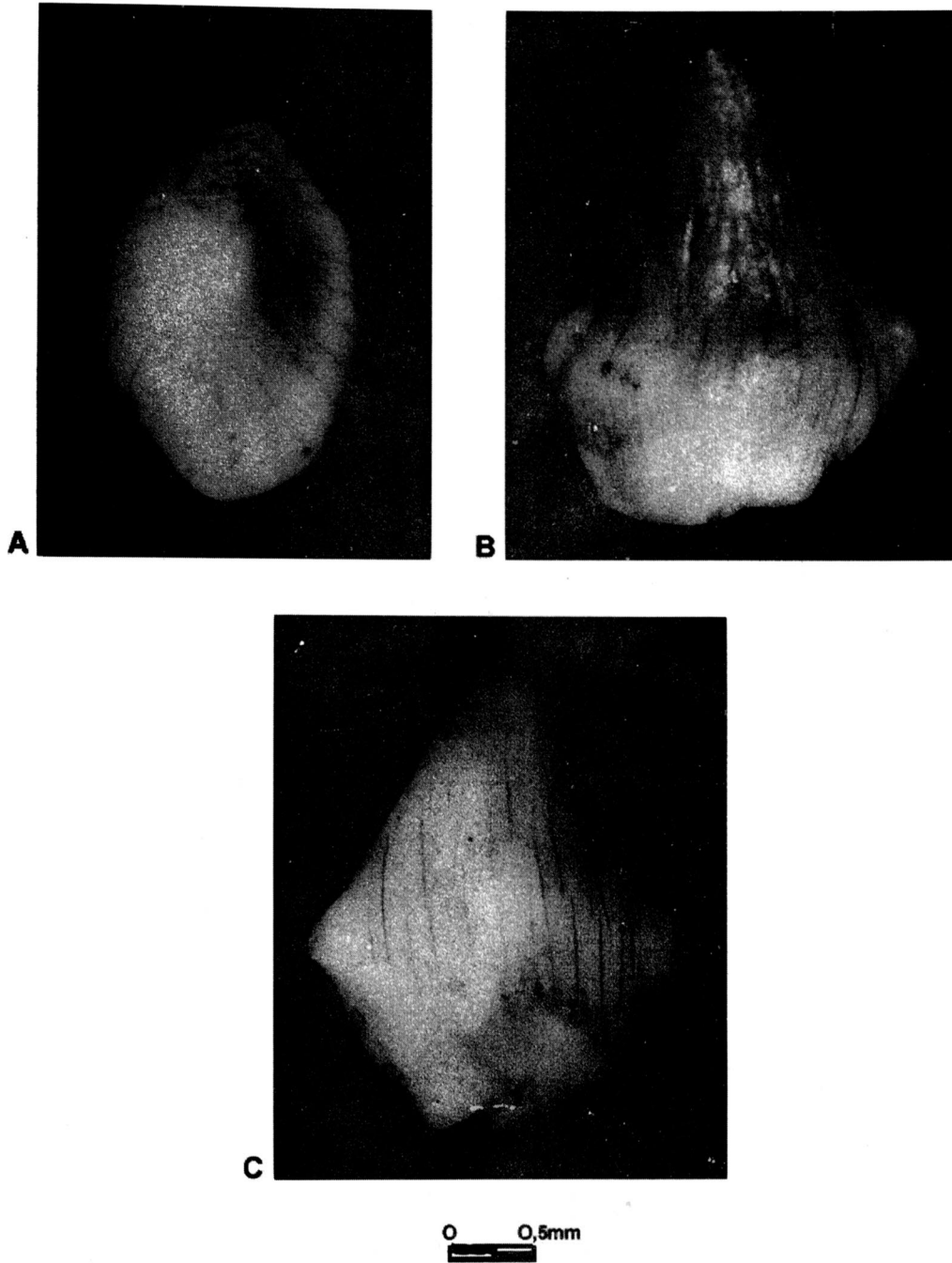


Fig. 9. *Candidodon itapecuruense* (MN-4153-V) Dente pré-molariforme. (A) superfície oclusal; (B) face lingual; (C) face bucal.

itapecuruense (Figs. 8 a 13).

Na Bacia do Parnaíba, os fósseis já identificados para a Formação Itapecuru são sempre organismos de ambiente continental: restos de testudinos, dentes de crocodilomorfos, ossos e dentes de dinossauros

(Theropodomorpha), ostracodes, conchostráceos (*Cyzicus* sp.), gastrópodes e bivalvíos (*Anodonta* sp.).

As rochas da seção-tipo desta unidade litoestratigráfica distribuem-se em camadas com geometria tabular, havendo o predomínio de litofácies síltico-argilosas, inter-

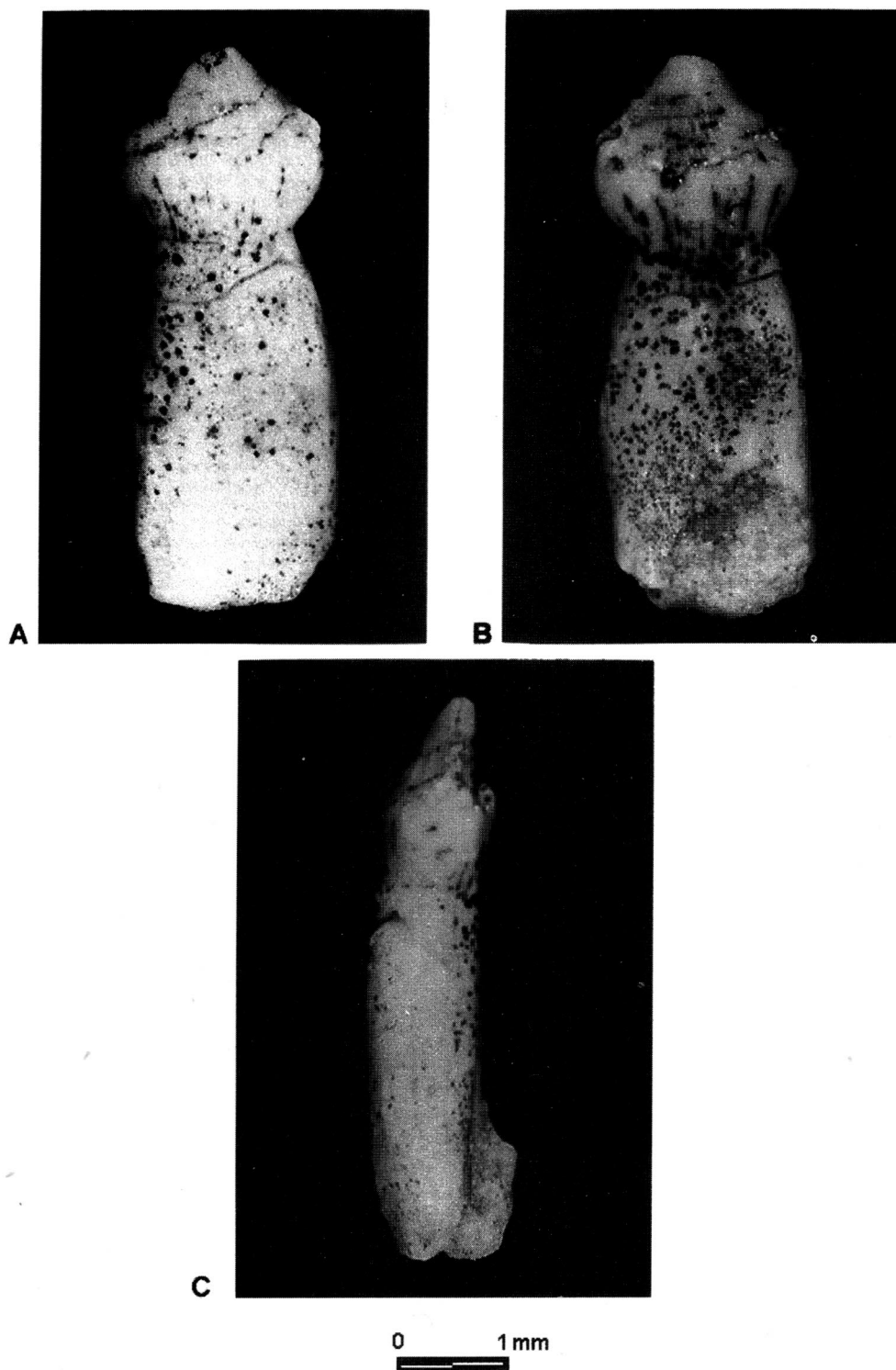
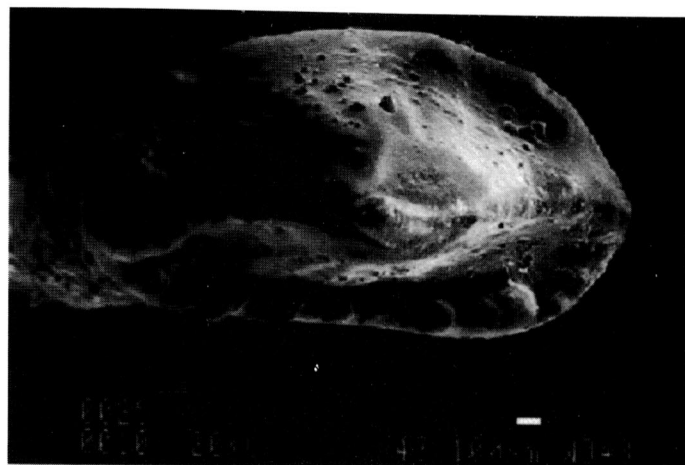
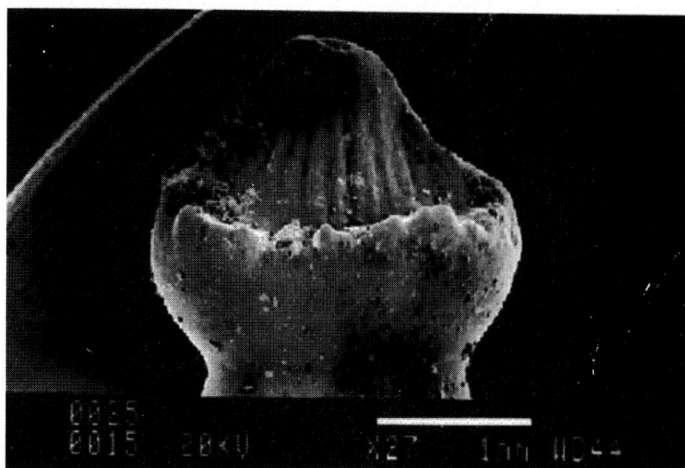


Fig. 10. *Candidodon itapecuruense* (MN-4154-V) Dente molariforme. Holótipo. (A) face bucal; (B) face lingual; (C) vista lateral.



A



B

Fig. 11. *Candidodon itapecuruense* (Holótipo: MN-4154-V). Fotomicrografias de dente molariforme. (A) vista oclusal com cúspides e estilos dispostos num cingulo que percorre a margem interna, desde a região anterior à posterior do dente; (B) face lingual.

caladas com arenitos de granulação média-grossa e níveis conglomeráticos (Fig. 14). São nítidos dois ciclos de granocrescência. A distribuição dos fósseis situa-se numa camada de 1 m de espessura, constituída por arenitos avermelhados-esverdeados com intercalações centrimétricas de siltito argiloso, a qual pode ser acompanhada por aproximadamente 20 km ao longo do Rio Itapecuru. Tal camada é de grande importância para

o controle estratigráfico local e regional, sendo o nível em que *Candidodon* foi encontrado. Junto a este ocorrem dentes e escamas de peixes, dentes de crocodilomorfos (?) e de um dinossauro carnívoro (carnossauro?), além de moluscos de água doce (*Anodonta* sp.).

Apesar dos sedimentos deste afloramento terem sido estéreis palinologicamente, em níveis correlatos, nas localidades de Guariba

e Querru, houve a identificação de uma associação polínica indicativa do Albiano médio (PEDRÃO *et alii* 1993).

A interpretação paleoambiental para a área onde são encontrados estes fósseis é a de um ambiente fluvial, tendo havido a concentração de restos ósseos ao longo de depósitos de pequenos canais fluviais que colmatavam um lago de pouca profundidade.

2.3 Bacia Bauru

A Bacia Bauru ocupa uma área de 370.000 km², cujos sedimentos distribuem-se no Brasil pelos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Goiás e na região nordeste do Paraguai (Fig. 15). A sedimentação - essencialmente siliciclástica - teria transcorrido durante o Cretáceo Superior, havendo nestes depósitos uma ampla variedade de fósseis de algas carófitas, moluscos, crustáceos, peixes e tetrápodes (COIMBRA & FERNANDES 1995). A distribuição geográfica e estratigráfica dos grupos fósseis nesta bacia pode ser encontrada em MEZZALIRA (1989). A revisão das várias formas de crocodilomorfos do Grupo Bauru encontra-se em PRICE (1950), GASPARINI *et alii* (1991) e BERTINI (1993).

COIMBRA & FERNANDES (1995) propõem uma compartimentação da Bacia Bauru através do zoneamento paleoecológico. Associaram os jazigos fósseis com os sistemas deposicionais da porção oriental desta bacia, e indicaram a existência de três "compartimentos" paleoecológicos: Peirópolis, São José do Rio Preto e Presidente Prudente. Estes autores consideraram que a abundância de fósseis nestas regiões indicariam áreas mais favoráveis à vida, formadas por amplas planícies com lagoas alcalinas efêmeras e fluxos fluviais de canais entrelaçados. A região de Marília estaria fora deste contexto, pois segundo COIMBRA & FERNANDES

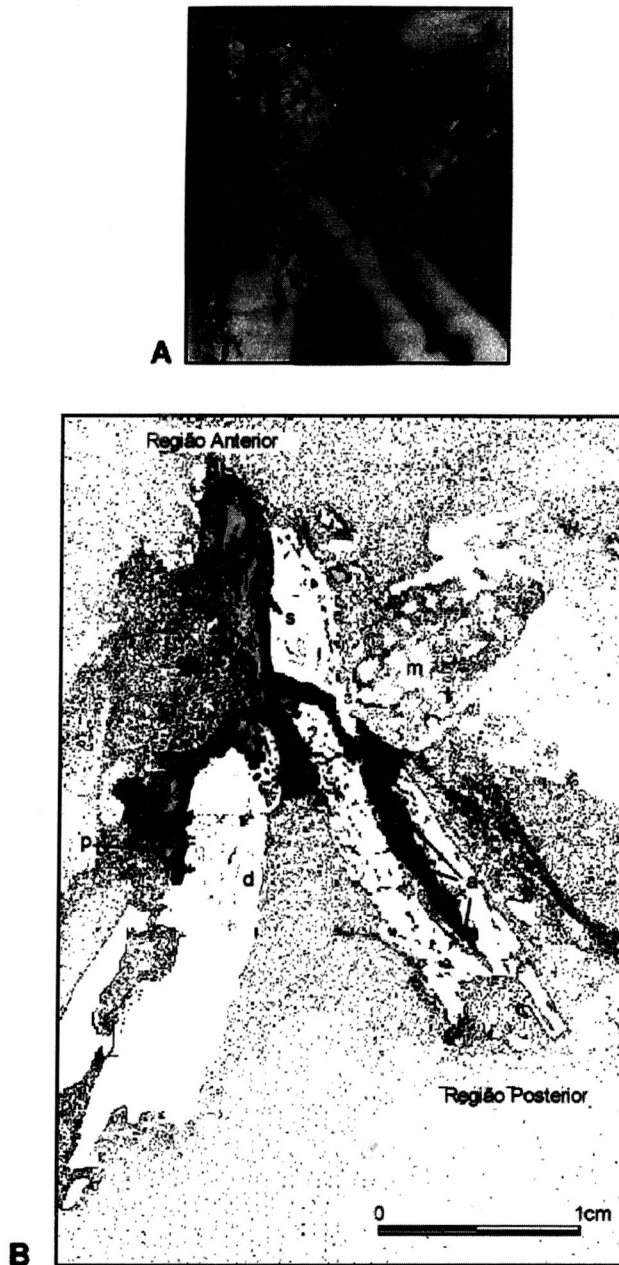


Fig. 12. *Candidodon itapecuruense* (MN-4355-V), espécimen na Formação Itapecuru, Bacia do Parnaíba. Mandíbula com os dois ramos mandibulares. (A) Fotografia em vista dorsal; (B) Desenho esquemático da mandíbula.

(*op. cit.*), o incremento progressivo das condições de aridez para o interior da bacia levaria à escassez e baixa diversidade da biota, e por conseguinte de fósseis. Entretanto, a

descoberta de moluscos, escamas de peixes, tetrápodes, coprólitos e intensa bioturbação nos depósitos sedimentares cretácicos de diferentes unidades estratigráficas da região de

Marília, suscita a possibilidade de uma reavaliação das interpretações de COIMBRA & FERNANDES (*op. cit.*). Tal fato já havia sido discutido por FÚLFARO & PERINOTTO (1996) ao reconhecerem que há grandes diferenças regionais na arquitetura deposicional do Grupo Bauru, e que os modelos deposicionais e cronoestratigráficos atuais são duvidosos.

A definição dos andares compreendidos entre Turoniano e Maastrichtiano para a deposição dos sedimentos da Bacia Bauru baseia-se essencialmente na fauna de vertebrados (COIMBRA & FERNANDES 1995; BERTINI 1993). Para FERNANDES & COIMBRA (1996) a deposição na Bacia Bauru restringiria-se ao Santoniano - Maastrichtiano. Porém os estudos palinológicos de LIMA *et al.* (1986) indicaram um intervalo temporal mais amplo, com a identificação do andar Coniaciano, para alguns depósitos isolados na região de São Carlos, cuja associação litoestratigráfica com os demais sedimentos cretácicos da Bacia Bauru é muito controversa. O início da deposição na Bacia Bauru teria se processado na concepção de SOARES & LANDIM (1976) a partir do Albiano, para os sedimentos que FERNANDES & COIMBRA (*op. cit.*) designaram de Grupo Caiuá. SOARES & LANDIM (*op. cit.*), através do estudo das seqüências tectono-sedimentares, apresentaram um modelo de evolução geológica para esta bacia, cuja sedimentação inicial transcorreria entre o Albiano e o Turoniano. FÚLFARO & PERINOTTO (1996) advogam inclusive a ampliação do limite cronogeológico superior - Cretáceo Superior (Maastrichtiano) - para a deposição do Grupo Bauru. Entretanto faltam evidências paleobiológicas para esta assertiva.

A Formação Adamantina, unidade litoestratigráfica da qual provém o fóssil *Marillasuchus amarali* (Figs. 16 e 17) é composta por arenitos finos, siltitos argilosos e argilitos de

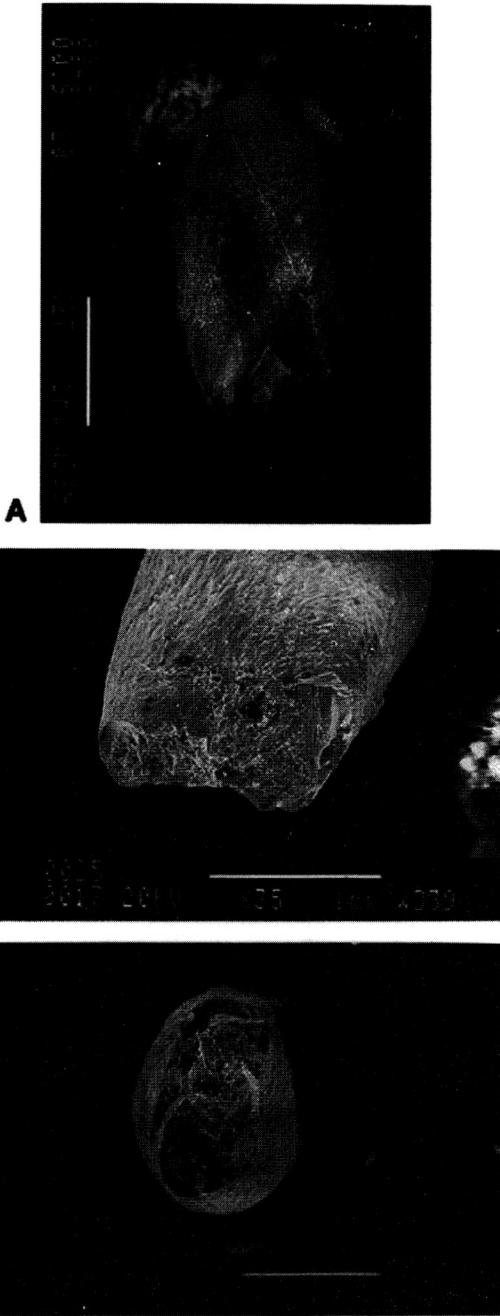


Fig. 13. *Candidodon itapecuruense* (MN-4356-V).
Fotomicrografias de um dente molariforme.
(A) Superfície lingual do dente; a região próxima à raiz apresenta-se deprimida, formando um sulco amplo na base da raiz uniradiculada; **(B)** detalhe da base da raiz; **(C)** aspecto bifurcado da base da raiz.

coloração avermelhada a esverdeada. Os estratos são geralmente maciços, dispostos em acamamentos plano-paralelos com gradação granodecrescente em direção ao topo. Podem

ocorrer estratificações cruzadas, «flaser», «linsen», marcas onduladas, laminação cruzada cavalgante e intraclastos argilosos. Na localidade de ocorrência deste fóssil, a Formação Adamantina caracteriza-se por uma sucessão de arenitos finos, quartzosos amarelados, avermelhados e esverdeados. Ocorrem intercalações de níveis centimétricos de calcarenitos e arenitos com intraclastos argilosos. Todos os estratos mostram-se intensamente bioturbados por escavações verticais do tipo *Skolithos*. A geometria dos estratos é tabular (Fig. 18). BERTINI *et alii* (1993) propõem uma idade entre o Cenomaniano e o Campaniano para a Formação Adamantina, com base em sua fauna de vertebrados.

DIAS-BRITO *et alii* (1998) na análise de microfósseis carbonáticos (ostracodes e carófitas) de uma unidade que designam como Formação Adamantina consideraram que o intervalo de deposição estaria compreendido entre o Turoniano e o Santoniano. Entretanto, indicaram que as assembléias de ostracodes também denotavam afinidades com formas do Albiano-Cenomaniano e do Campaniano-Maastrichtiano. Apenas este último intervalo temporal é reconhecido por GOBBO-RODRIGUEZ *et alii* (1998).

Os depósitos acima descritos poderiam ser relacionados, na concepção de BATEZELLI (1998), no âmbito da Formação Araçatuba, unidade geológica principalmente pelítica, vermelho-esverdeada, que aflora no vale do Rio do Peixe.

PRICE (1950) já indicava que os fósseis do Grupo Bauru resultavam de coletas acidentais e sem controle estratigráfico, dificultando assim sua utilização para a crono-bioestratigrafia. A inexistência de um controle bioestratigráfico apropriado e detalhado das áreas de ocorrência dos fósseis da Bacia Bauru torna assim duvidoso o intervalo temporal de sedimentação nesta bacia. As afinidades filogenéticas de *Mariliassuchus* com gêneros do Cretáceo Inferior das bacias do Araripe e Parnaíba necessitariam de uma análise, assim como com *Notosuchus terrestris* da Formação Rio Colorado (Argentina) de idade coniaciana (BONAPARTE 1991). Poder-se-ia inferir que a sedimentação dos depósitos contendo este crocodilomorfo possa ter se iniciado a partir do Coniaciano.

FERNANDES & COIMBRA (1996) postularam uma condição climática quente - semi-árido nas bordas e desértico no interior - durante a sedimentação cretácica na Bacia Bauru. A Formação Adamantina refletiria uma deposição em sistema fluvial

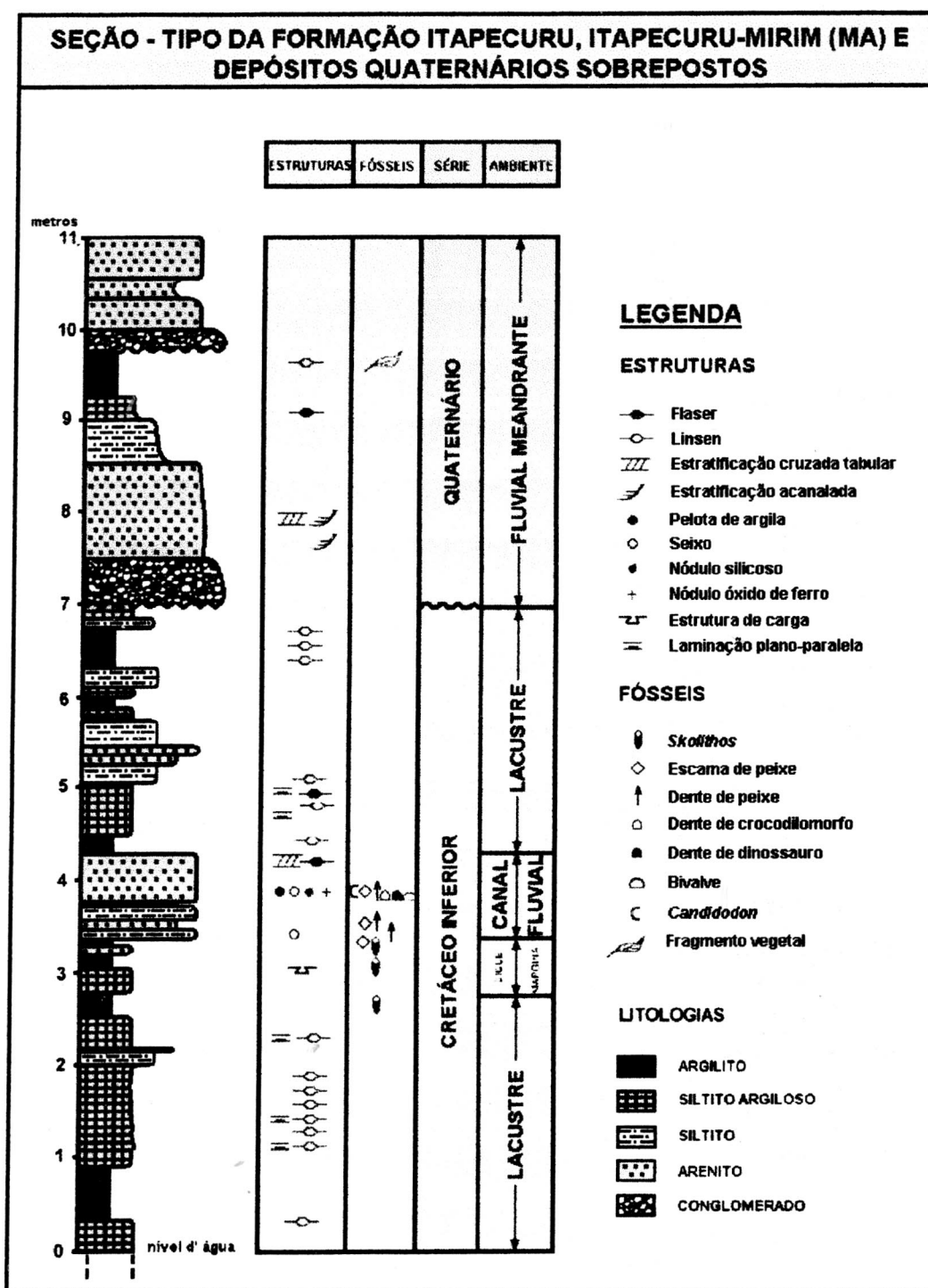


Fig. 14. Seção - tipo da Formação Itapecuru, de onde provém *Candidodon itapecuruense*.

entrelaçado («braided»), desenvolvido em extensa planície aluvial com lagoas temporárias. A Formação Araçatuba é interpretada como um lago, colmatado por depósitos fluviais entrelaçados ou deltáicos.

3. CONCLUSÕES

Torna-se necessário a sistematização das descrições morfológicas dos notossúquios do Brasil, que levariam a

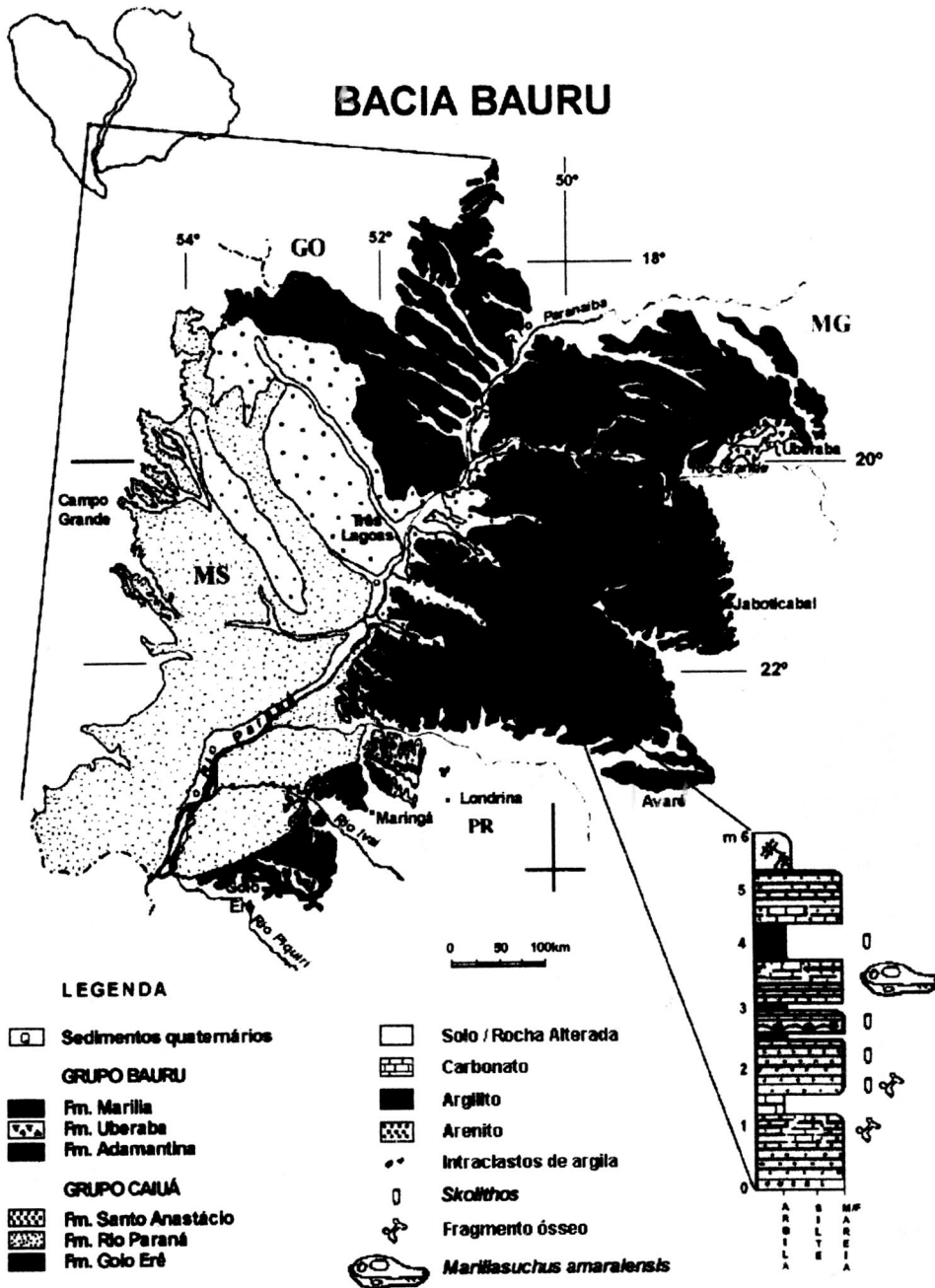
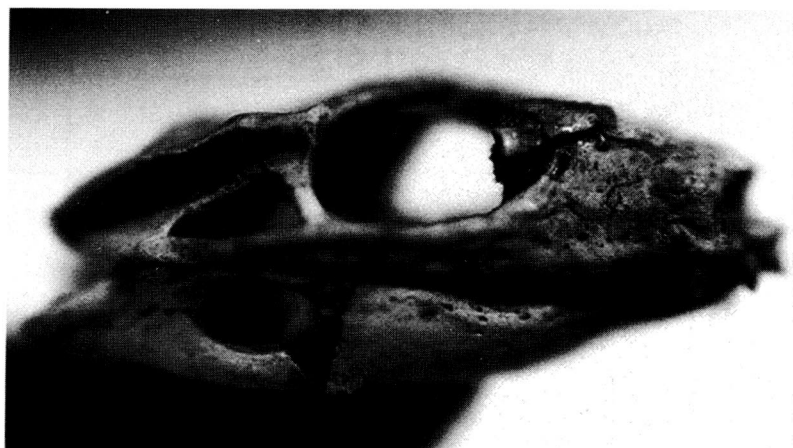


Fig. 15. Mapa geológico da Bacia Bauru, e perfil estratigráfico da região ao sul de Marília, de onde é proveniente *Mariliasuchus amarali*. Modificado de FERNANDES & COIMBRA (1996).

análises filogenéticas adequadas, bem como a avaliação das relações entre as faunas destes crocodilomorfos das regiões norte (nordeste do Brasil), sudeste e sul (Uruguai e Argentina) da América do Sul.

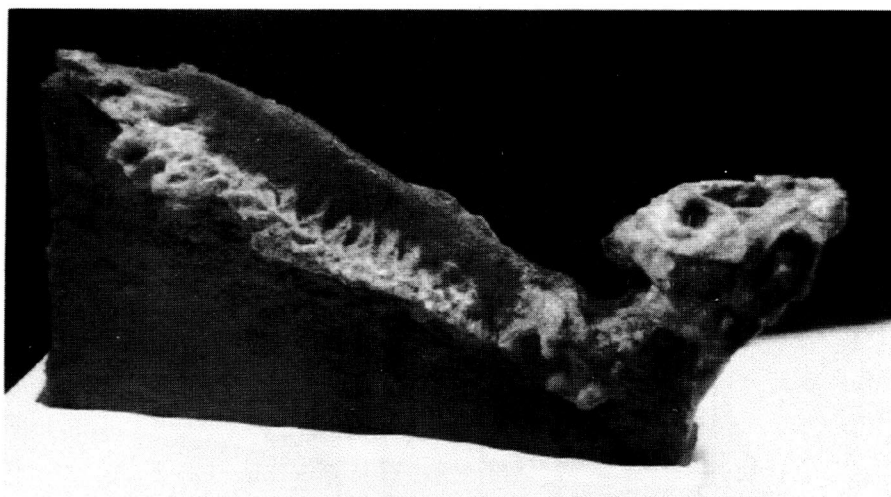
O melhor conhecimento dos notossúquios e de sua

distribuição geográfica e temporal possibilitarão sua aplicação na análise cronoestratigráfica dos depósitos continentais cretácicos do Brasil. Além disso possibilitará a compreensão da evolução das faunas crocodilianas, e das transformações dos ecossistemas terrestres durante o Cretáceo.



A

0 0,5 cm



B

0 1cm

Fig. 16. *Marillasuchus amarali* (Holótipo: Dept^o Geologia / UFRJ n^o 50-R), (A) vista lateral direita do crânio; (B) vista dorsal do crânio e parte da coluna vertebral.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Renato Andreis por suas sugestões. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pela concessão de bolsa de pós-doutoramento a um dos autores, para o desenvolvimento deste estudo (Processo E-26/150.267/97) no Dept^o de Geologia Sedimentar da UNESP - Rio Claro. A Fundação Universitária José Bonifácio e CNPq pelo apoio financeiro as atividades de campo. Este estudo é uma contribuição ao IGCP 381 (South Atlantic Mesozoic Correlations).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAI, M. & COIMBRA, J.C. (1990): Análise paleoecológica do registro das primeiras ingressões marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe).- In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, Crato, 1990. Atas, p. 225-239.
- ASSINE, M.L. (1992): Paleocorrentes na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil.- In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS

CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2, Rio Claro, 1992. Resumos expandidos, SP, p. 59-60.

BATEZELLI, A. (1998): Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru no Estado de São Paulo (Dissertação de Mestrado).- Universidade Estadual Paulista - "Campus" Rio Claro, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 110 p. (inédita).

BERTHOU, P.Y. (1990): Le bassin d'Araripe et les petits bassins intracontinentaux voisins (N.E. du Brésil): formation et evolution dans le cadre de l'ouverture de l'Atlantique Equatorial. Comparaison avec les bassins ouest - Africains situés dans le même contexte.- In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, Crato, 1990. Atas, p. 113-134.

BERTHOU, P.Y.; VIANA, M.S.S. & CAMPOS, D.A. (1990): Coupe de la Formation Santana dans le secteur de "Pedra Branca" (Santana do Cariri) (Bassin d'Araripe, NE du Brésil). Contribution à l'étude de la sedimentologie et des paleoenvironments.- In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, Crato, 1990. Atas, p. 173-191.

BERTINI, R.J. (1993): Paleobiologia do grupo Bauru, Cretáceo Superior continental da Bacia do Paraná, com ênfase em sua fauna de amniotas (Tese de Doutorado).- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, 397 p. (inédita).

BERTINI, R.J. & ARRUDA-CAMPOS, A.C. (1995): Ocorrência de Notosuchia (Crocodylomorpha) no Cretáceo Superior continental da Bacia do Paraná (Formação Adamantina da região de Monte Alto - SP).- In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEON-

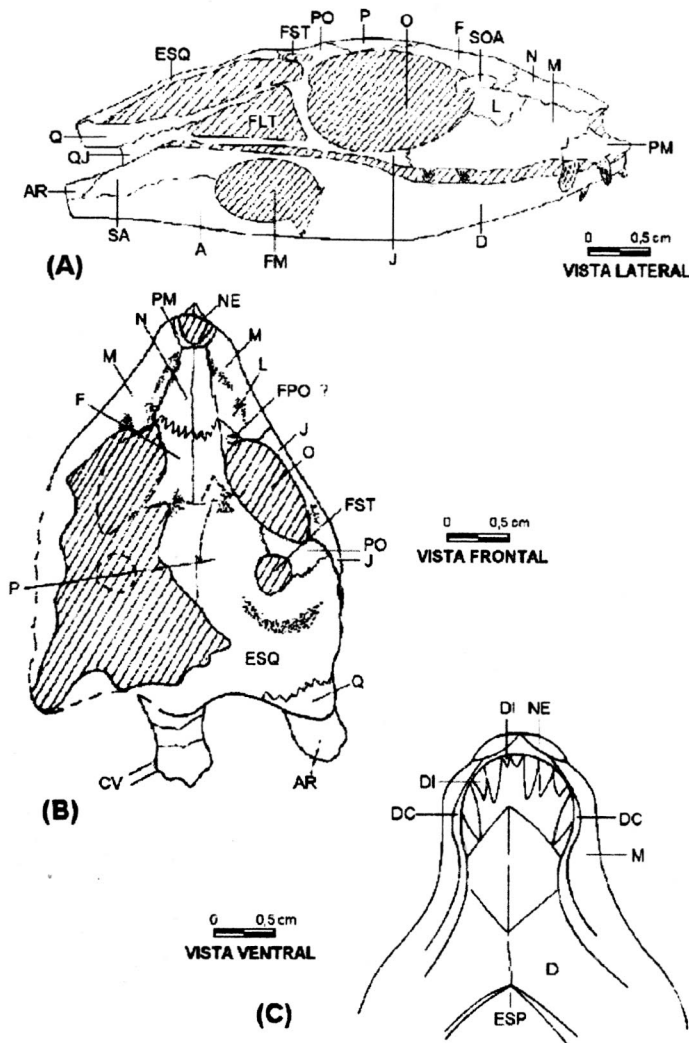


Fig. 17 - *Mariliasuchus amarali* (Holótipo : Dept° Geologia / UFRJ n° 50-R), (A) vista lateral direita do crânio; (B) vista dorsal do crânio; (C) vista ventral da porção anterior do dentário (CARVALHO & BERTINI 1999).

TOLOGIA, 14. Anais. Uberaba, 1995, p. 20-21.

BERTINI, R.J.; MARSHALL, L.G.; GAYET, M. & BRITO, P. (1993): Vertebrate faunas from the Adamantina and Marília formations (Upper Baurú Group, Late Cretaceous, Brazil) in their

stratigraphic and paleobiogeographic context.- Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abh., v. 188, 1, p. 71-101, Stuttgart.

BERTINI, R.J. & CARVALHO, I.S. (1998): Paleobiological and phylogenetical comments about

a - angular
ar - articular
cv - coluna vertebral
d - dentário
dc - dente caniniforme
di - dente incisivo
esp - esplenial
esq - esquamosal
f - frontal
flt - fenestra latero-temporal
fm - fenestra mandibular
fst - fenestra supra-temporal
j - jugal
l - lacrimal
m - maxilar
n - nasal
ne - narina externa
o - órbita
p - parietal
pm - pré-maxilar
po - pós-orbital
q - quadrado
qj - quadrado-jugal
sa - supra-angular
soa - supra orbital anterior

notosuchians, Cretaceous crocodylomorphs.- Crocodilian Biology and Evolution Conference, Abstract, The University of Queensland, Brisbane, Austrália, p. 15.

BEURLEN, K. (1962): A geologia da Chapada do Araripe.- Anais da Academia brasileira de Ciências, v. 34, 3, p. 365-370, Rio de Janeiro.

BEURLEN, K. (1963): Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe.- In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOLOGIA, 17, Recife, 1963. Boletim, Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo de Pernambuco, 47 p.

BEURLEN, K. (1971): As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil).- Anais da Academia brasileira de Ciências, v. 43, supl., p. 411-415, Rio de Janeiro.

BONAPARTE, J.F. (1986): History of the terrestrial Cretaceous vertebrates of Gondwana.- In: CONGRESO ARGENTINO DE PALEONTOLOGÍA Y BIOESTRATIGRAFÍA, 4, Mendoza, 1986. Actas, 1986, v. 2, p. 63-95.

BONAPARTE, J.F. (1991): Los vertebrados fósiles de la Formación Rio Colorado, de la Ciudad de Neuquén y cercanías, Cretácico Superior, Argentina.- Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Paleontología, v. 4, 3, p. 17-123, Buenos Aires.

BRITO NEVES, B.B. (1990): A Bacia do Araripe no contexto geotectônico regional.- In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, Crato, 1990. Atas, p. 21-33.

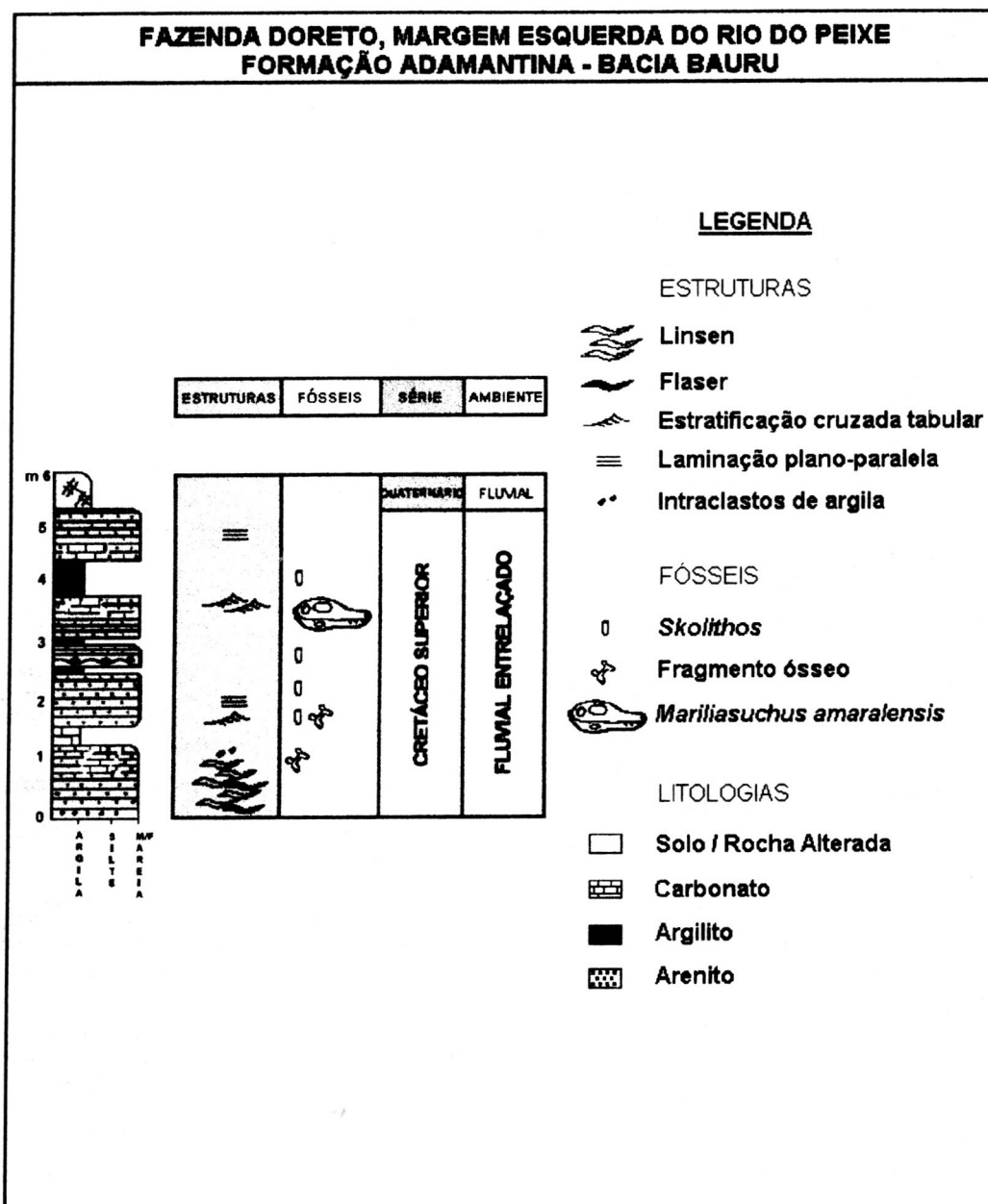


Fig. 18. Perfil estratigráfico da localidade da Fazenda Doreto, Formação Adamantina (? Coniaciano) onde foi coletado *Mariliasuchus amarali*.

CAMPBELL, D.F. (1949): Revised report on the reconnaissance geology of the Maranhão Basin, Belém.- Petrobrás (Rept. 7), RENOR 93, Relatório Interno, 117 p.

CARVALHO, I.S. (1993): Os conchostráceos fósseis das bacias interiores do Nordeste do Brasil (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Rio de Janeiro, v. 1, 319 p. (inédita).

CARVALHO, I.S. (1994): *Candidodon*: um crocodilo com heterodontia (Notosuchia, Cretáceo Inferior).- Anais da Academia brasileira de Ciências, v. 66, 3, p. 331-346, Rio de Janeiro.

CARVALHO, I.S.; VIANA, M.S.S. & LIMA FILHO, M.F. (1995): Os icnofósseis de dinossauros da Bacia do Araripe (Cretáceo Inferior, Ceará - Brasil).- Anais da Academia brasileira de Ciências, v. 67, 4, p. 433-442, Rio de Janeiro.

- CARVALHO, I.S. & BERTINI, R.J. (1998): Paleoenvironments of the Brazilian Cretaceous notosuchians.- Crocodilian Biology and Evolution Conference, Abstract. The University of Queensland, Brisbane, Austrália, p. 19.
- CARVALHO, I.S. & BERTINI, R.J. (1999): *Mariliasuchus*. um novo Crocodylomorpha (Notosuchia) do Cretáceo da Bacia Baurú, Brasil.- *Geologia Colombiana* 24, p. 83-106, Bogotá.
- CASSAB, R.C.T.; CARVALHO, I.S.; FERREIRA, C.S.; CAMPOS, D.A.; SANTOS, M.E.M.; CARVALHO, M.S.S. & LIMA, R.M. (1994): Parnaíba Basin.- In: Stratigraphic range of Cretaceous mega- and microfossils of Brazil. BEURLIN, G.; CAMPOS, D.A. & VIVIERS, M.C. (coord.). VOLKHEIMER, W. (ed.), PICG 242/Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 371-391.
- CAVALCANTI, V.M.M. & VIANA, M.S.S. (1992): Revisão estratigráfica da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil.- *Anais da Academia brasileira de Ciências*, v. 64, 2, p. 155-168, Rio de Janeiro.
- COIMBRA, A.M. & FERNANDES, L.A. (1995): Paleogeografia e considerações paleoecológicas sobre a Bacia Bauru (Cretáceo Superior do Brasil). In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA Y BIOESTRATIGRAFIA, 6. Actas. Trelew, 1985, Museo Paleontologico Egidio Feruglio, p. 85-90.
- DARROS DE MATOS, R.M. (1992): The Northeast Brazilian rift system.- *Tectonics*, v. 11, 4, p. 766-791.
- 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. Abstracts. Third Annual Conference of South Atlantic Mesozoic Correlations (IGCP 381).- *Asociación Paleontológica del Golfo San Jorge, Boletín 2 (Edición especial)*, p. 8-10.
- FERNANDES, L.A. & COIMBRA, A.M. (1996): A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil).- *Anais da Academia brasileira de Ciências*, v. 68, 2, p. 195-205, Rio de Janeiro.
- FÚLFARO, V.J. & PERINOTTO, J.A.J. (1996): A Bacia Bauru: estado da arte.- In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4. Boletim. Rio Claro, 1996, p. 297-303.
- GASPARINI, Z. (1971): Los Notosuchia del Cretácico de America del Sur como un nuevo infraorden de los Mesosuchia (Crocodilia).- *Ameghiniana*, v. 8, 2, p. 83-103, Buenos Aires.
- GASPARINI, Z.; CHIAPPE, L.M. & FERNANDEZ, M. (1991): A new Senonian peirosaurid (Crocodylomorpha) from Argentina and a synopsis of the South American Cretaceous crocodilians.- *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 11, 3, p. 316-333.
- GOBBO-RODRIGUEZ, S.R.; PETRI, S. & BERTINI, R.J. (1998): Possibilities of biotic correlations between Bauru Group (Paraná Basin, Brazil) and Neuquén Basin (Argentina) in the Upper Cretaceous. Abstracts. Third Annual Conference of South Atlantic Mesozoic Correlations (IGCP 381).- *Asociación Paleontológica del Golfo San Jorge, Boletín 2 (Edición especial)*, p. 15-16.
- HECHT, M.K. (1991): *Araripesuchus* Price, 1959.- In: Maisey, J.G. (editor).- *Santana Fossils: an illustrated atlas*. T.F.H. Publications Inc., p. 342-347, New York.
- LIMA, M.R.; MEZZALIRA, S.; DINO, R. & SAAD, A.R. (1986): Descoberta de microflora em sedimentos do Grupo Bauru, Cretáceo do Estado de São Paulo.- *Revista do Instituto Geológico*, v. 7, 1/2, p. 5-9, São Paulo.
- MABESOONE, J.M. & TINOCO, I.M. (1973): Palaeoecology of the Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil).- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 14, p. 97-118, Amsterdam.
- MEDEIROS, R.A. (1990): Estratigrafia da Chapada do Araripe - o estado da arte.- In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, Crato, 1990. Atas, p. 43-51.
- MEZZALIRA, S. (1989): Os fósseis do Estado de São Paulo.- *Série Pesquisa*, 2ª ed., Instituto Geológico, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 141 p.
- PEDRÃO, E.; ARAI, M.; BARRILARI, I.M.R. & CARVALHO, I.S. (1993): Análise palinológica de uma amostra de superfície de Querru (Formação Itapecuru), Município de Itapecuru-Mirim (MA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13, SIMPÓSIO PALEONTOLÓGICO DO CONE SUL, 1. Boletim de Resumos. São Leopoldo, 1993, p. 175.
- PONS, D.; BERTHOU, P.Y. & CAMPOS, D.A. (1990): Quelques observations sur la palynologie de l'Aptien Supérieur et de l'Albien du bassin d'Araripe (N.E. du Brésil).- In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, Crato, 1990. Atas, p. 241-252.
- PONTE, F.C. (1992a): Origem e evolução das pequenas bacias cretácicas do interior do Nordeste do Brasil.- In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2, Rio Claro, 1992. Resumos expandidos, SP, p. 55-58.
- PONTE, F.C. (1992b): Sistemas deposicionais na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil.- In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2, Rio Claro, 1992. Resumos expandidos, SP, p. 81-84.
- PONTE, F.C. & APPI, C.J. (1990): Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe.- In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. Anais, Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Nordeste, v. 1, p. 211-226.
- PRICE, L.I. (1950): Os crocodilídeos da fauna da Formação Baurú, do Cretáceo terrestre do Brasil Meridional.- *Anais da Academia brasileira de Ciências*, v. 22, 4, p. 473-490, Rio de Janeiro.
- PRICE, L.I. (1959): Sobre um crocodilídeo notossúquio do Cretáceo brasileiro.- *Divisão de Geologia e Mineralogia, Departamento Nacional da Produção Mineral (Boletim nº 188, Rio de Janeiro)*, 55 p.
- SHEID, C.; BARROS MUNIS, M. & PAULINO, J. (1978): Projeto Santana. Relatório Final da Etapa II.- *Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Superintendência Regional de Recife. MME/DNPM*. 131 p.
- SILVA, M.A.M. (1983): The Araripe Basin, Northeastern Brazil: regional geology and facies analyses of a Lower Cretaceous evaporitic depositional complex (PhD Thesis). 290 p., Columbia University.
- SILVA, M.E. (1975): Primeira ocorrência de Charophyta na Formação Santana (Cretáceo) do Grupo Araripe, Nordeste do Brasil.- In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA, 7, Fortaleza, 1975. Atas, Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Nordeste, p. 67-73.

SOARES, P.C. & LANDIM, P.M.B. (1976): Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal basins in South Brazil.- *Anais da Academia brasileira de Ciências*, v. 48, supl., p. 313-324, Rio de Janeiro.

VIANA, M.S.S. & CAVALCANTI, V.M.M. (1991): Distribuição estratigráfica dos fósseis da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe.- *Revista de Geologia*, v. 4, 1-2, p. 81-88, Fortaleza.

Manuscrito recibido, Febrero de 1999