

# CONTRIBUIÇÃO À ESTRATIGRAFIA E BIOESTRATIGRAFIA DO GRUPO PASSA DOIS NA SERRA DO CADEADO (NORDESTE DO PARANÁ, BRASIL)

MÁRIO C. BARBERENA\*, NORBERTO DOS REIS CORREIA\*\* e JUAREZ J. AUMOND\*\*\*

**ABSTRACT** The general stratigraphy of the Passa Dois Group (Permian of the Paraná Basin) in the Serra do Cadeado area, northeast of Paraná State, Brazil, is discussed. The biostratigraphic distribution of the tetrapods in the area allows the following conclusions:

1) The long-snouted rhinesuchoid amphibians (*Australerpeton*) are practically restricted to the upper Morro Pelado Member of the Rio do Rasto Formation, with a clearly fluvial sedimentary environment and supporting abundant fish life.

2) *Rastosuchus*, a short-snouted rhinesuchoid, also occurs in the same member, but it is found in the transitional levels between Morro Pelado and Serrinha Members as well. Reducing conditions and eventual high salinity might have precluded the presence of *Australerpeton* in the transitional waters. The authors feel that differential occurrence of the two genera of amphibians could support the recently proposed Serra do Espigão Delta System, to which the Serra do Cadeado area belongs.

3) The presence of *Endothiodon* and rhinesuchoid amphibians in the Rio do Rasto Formation points suggestively to close affinities with the *Cistecephalus* Zone paleofauna of the Lower Beaufort Series in Africa. Accordingly, it is here proposed a Tatarian age for this formation.

**INTRODUÇÃO LOCALIZAÇÃO DA ÁREA** A área do presente estudo situa-se na região nordeste do Estado do Paraná, no município de Ortigueira, junto à serra do Cadeado. As pesquisas foram realizadas desde poucos quilômetros a SE da localidade de Bairro dos

Franças até as encostas da serra do Cadeado, num perfil de direção SE—NW, ao longo da estrada de Ferro Central do Paraná (EFCP), no trecho entre os km 498 e 517. O acesso à área faz-se a partir de Curitiba pela BR-376, Rodovia do Café, à altura do km 267 (Fig. 1).

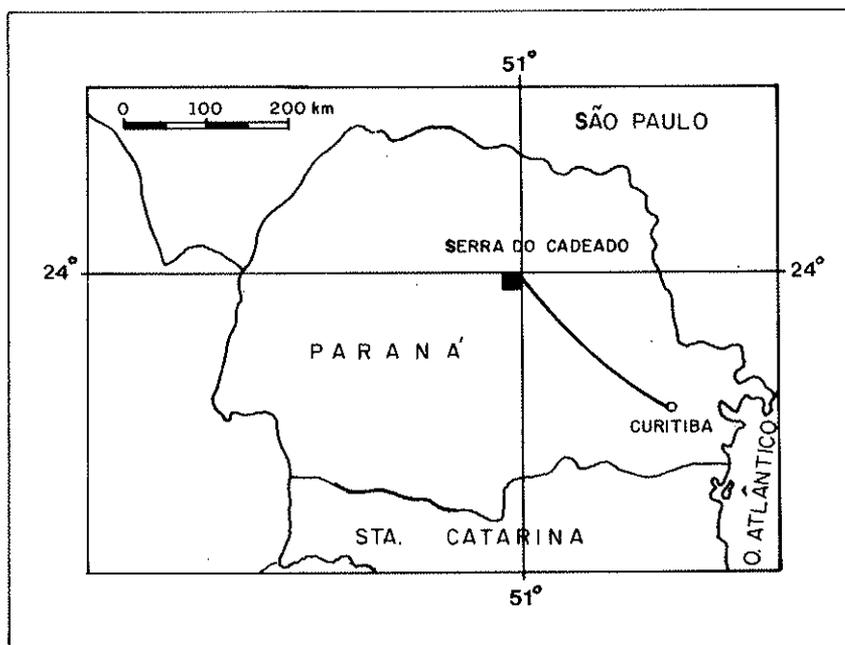


Figura 1 — Mapa de localização da área estudada

\* Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências (UFRGS), Rua Gen. Vitorino, 255, Porto Alegre, CEP 90000, RS

\*\* Curso de Pós-Graduação em Geociências (UFRGS), Av. Osvaldo Aranha, 218, Porto Alegre, CEP 90000, RS

\*\*\* M. C. Vale do Itajaí S. A., Santa Catarina

Os dados estratigráficos deste trabalho provêm principalmente de um estudo mais amplo (Dissertação de Mestrado), em realização por um dos autores (N. R. Correia), tendo como enfoque principal a estratigrafia dos sedimentos permianos na área em pauta. Nesta seção colaborou J. Aumond, cedendo várias anotações obtidas quando, juntamente com o citado autor, efetuou os estudos geológicos referentes à implantação do ramal ferroviário ligando Apucarana a Ponta Grossa.

**HISTÓRICO** Os primeiros dados de campo relacionados a este trabalho foram precisamente os obtidos Correia e Aumond no mencionado levantamento geológico para a EFCP.

Na oportunidade, Aumond encontrou, em afloramento na Boca sul do Túnel 22, pertencendo à Formação Rio do Rasto e cerca de 60 m abaixo do contato com a Formação Pirambóia, os restos de um réptil fóssil enviados a M. C. Barberena para identificação.

O espécime foi determinado e preliminarmente descrito por Barberena e Araújo (1975) como *Endothiodon* sp., um réptil dicinodonte anteriormente conhecido apenas no Permiano da África do Sul. Além de suas evidentes implicações em favor da deriva continental, este réptil iria preencher a lacuna paleofaunística, em termos de tetrápodes, existente entre os mesossaurídeos da Formação Irati (Kunguriano) e os répteis da Formação Santa Maria (Chañarenses a Ischigualastenses).

Em 1973, R. F. Daemon coletaria, em afloramento da formação Rio do Rasto, no km 286 da BR-376, os restos de um anfíbio de focinho alongado, o qual foi determinado por M. C. Barberena como *Platyops* sp., um arqueossaurídeo ocorrente no Permiano Superior da Rússia (Barberena e Daemon, 1974).

Achados posteriores, com base em material bem mais completo, viriam demonstrar que, efetivamente, a forma em questão pertencia a gênero e espécies novos, *Australerpeton cosgriffi* (Barberena, em elaboração) e mostrava nítidas afinidades estruturais com os anfíbios rinessucódeo, do Permiano Superior da África do Sul. *Australerpeton* é a forma de tetrápode mais comum na Formação Rio do Rasto, na área em estudo.

A continuação dos trabalhos de prospecção revelou a presença, na área, de um outro tipo de anfíbio renessucódeo, de focinho curto, *Rastosuchus hammeri* (Barberena, em elaboração), cujas afinidades com as formas sul-africanas são ainda mais evidentes.

**ESTRATIGRAFIA DA ÁREA** Desde SE de Bairro dos Franças até a serra do Cadeado para NW (Fig. 2), a área consta de terrenos ondulados pertencentes ao topo do Grupo Passa Dois onde elevações maiores, como serra dos Leões, são determinadas por diques de diabásio que sustentam o relevo. A serra do Cadeado, propriamente dita, corresponde ao prolongamento da grande escarpa da serra Geral, determinada pelos derrames basálticos desde o sul do país.

Descrevemos a seguir, da base para o topo, a seqüência estratigráfica da área em estudo (Fig. 3).

**a. SEDIMENTOS SERRINHA** Pertencem à base da Formação Rio do Rasto, na concepção de Gordon Jr. (1947) e Schneider *et al.* (1974), mas ao topo da Formação Estrada Nova, de acordo com Mendes (1967) e Bigarella *et al.* (1967).

As litologias desta seqüência, na área em estudo, constam essencialmente de arenitos e pelitos com delgados níveis de calcário silicificado. Os arenitos são finos, muito finos ou siltitos, de coloração cinza ou cinza-amarelado. Podem ser maciços ou exibirem laminações plano-paralelas, onduladas, algumas microestratificações cruzadas ou cruzadas acanaladas de pequeno porte, com níveis de *ripple marks* bem marcados. Os pelitos são constituídos predominantemente de siltitos, que podem ser arenosos ou argilosos, e, mais raramente, de argilitos. Suas cores são as diversas tonalidades de cinza, do claro ao muito escuro, azulado ou esverdeado. São maciços ou exibem laminações ondulantes e planares assim como microestratificações cruzadas e níveis de *mud-cracks* em argilitos.

Os estratos da seqüência Serrinha apresentam espessura variando, mais comumente, entre 0,30 e 1,50 m. São tabulares, de base planar, exibindo boa extensão lateral nos afloramentos. Acunhamentos são, contudo, bastante comuns.

Esses sedimentos, apesar de conservarem a mesma caracterização litoestratigráfica, passam a exibir, na altura de Bairro dos Franças, colorações predominantemente rosadas, lilás ou avermelhadas. Esta variação de cores primárias fez com que Bigarella *et al.* (*op. cit.*) tivessem sugerido, na área em foco, dividir os sedimentos Serrinha em dois conjuntos, sendo o de coloração acinzentada relacionado à Formação Estrada Nova e o avermelhado ligando-se à Formação Rio do Rasto.

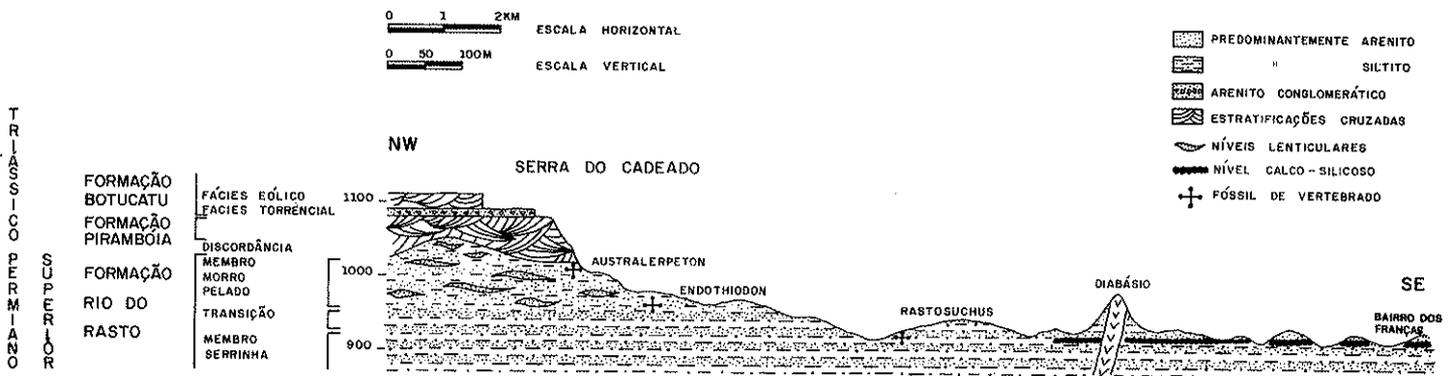


Figura 2 — Seção geológica esquemática, Bairro dos Franças-serra do Cadeado, ao longo da EFCP

Consideramos, neste trabalho, os sedimentos cinza e avermelhados como pertencentes a uma mesma unidade. Não será contudo abordada aqui, detalhadamente, a questão das relações de contato entre esses sedimentos e a unidade sobreposta, morro Pelado. Admitiremos, apenas, a existência de uma faixa de transição entre as duas unidades.

**b. SEDIMENTOS MORRO PELADO** Pertencem ao topo da Formação Rio do Rasto, na concepção de Gordon Jr. (*op. cit.*) e de Schneider *et al.* (*op. cit.*), mas correspondem à própria Formação Rio do Rasto para Mendes (*op. cit.*) e Bigarella *et al.* (*op. cit.*).

São constituídos, na área, por arenitos e pelitos. Os arenitos são finos ou muito finos, de coloração rosada, avermelhada ou amarelada. Podem ser maciços mas, mais comumente, apresentam laminações plano-paralelas ou oblíquas, estratificações cruzadas planares ou acanaladas.

Os estratos são tabulares, de base planar, com extensão lateral significativa e acunhamento. Podem ser também nitidamente lenticulares, distribuindo-se esparsamente no topo ou em níveis mais baixos da unidade. Correspondem a canais fluviais com intensa estratificação cruzada acanalada e níveis de conglomerado intraformacional, na base, constituídos por fragmentos de argilitos e de siltito, angulosos ou arredondados. Os estratos de arenitos e as lentes apresentam espessuras variáveis, geralmente compreendidas entre 0,5 e 2,0 m ou mais.

Os pelitos são constituídos essencialmente por siltitos que se apresentam mais ou menos arenosos ou argilosos. Suas cores são vivas: avermelhado, roxo, cor de vinho e, muito subordinadamente, cinza ou esverdeado. Apresentam-se compactos, com finas laminações plano-paralelas e, às vezes, com finos diques clásticos de arenito, verticalizados.

**c. FORMAÇÃO PIRAMBÓIA** Esta unidade, detalhadamente estudada por Soares (1975), no Estado de São Paulo, sucede na serra do Cadeado ao Membro Morro Pelado. Há uma explícita discordância erosiva entre as duas unidades, representada por uma brecha sedimentar, constituída de fragmentos angulosos de siltito avermelhado, envoltos em matriz arenosa amarelada. O tamanho médio dos clastos oscila entre 2 e 6 cm e a espessura da camada brechóide, entre 20 e 40 cm.

A Formação Pirambóia é constituída, na área, por estratos de arenito fino amarelado, ou rosa-claro, com laminação plano-paralela muito marcada e estratificações cruzadas planares ou tangenciais de grande porte. Algumas interposições centimétricas de siltito avermelhado são observáveis.

A espessura da formação, na serra do Cadeado, apresenta variações relativamente amplas, possivelmente devido à topografia irregular da superfície pré-Pirambóia. As espessuras registradas entre as bocas Norte dos túneis 12 e 13, num intervalo de 800 m, ao longo das estradas da ferro, variam entre 30 e 60 m.

**d. FORMAÇÃO BOTUCATU** Esta unidade assenta concordantemente sobre a Formação Pirambóia na extremidade NW do perfil estudado (Fig. 2). É representa-

da por sua "fácies torrencial", como é denominada por Soares (*op. cit.*), referindo-se à porção basal da formação.

A unidade determina morfologicamente os primeiros degraus salientes da escarpa da serra do Cadeado. É constituída por arenito silicificado de coloração amarela, granulação média a grosseira, com fase conglomerática. Os grãos são subarredondados e subangulares com selecionamento pobre. Os seixos, que são geralmente de quartzo, podem ser de quartzito e atingir 3 cm. A unidade exibe estratificações cruzadas. Sua espessura é da ordem de 8 a 10 m.

**BIOESTRATIGRAFIA** As expedições realizadas à área permite-nos um adequado conhecimento da distribuição vertical dos tetrápodes na serra do Cadeado. Por outro lado, a extensão geográfica e parte dos afloramentos impedem que possamos caracterizar já a coleta como exaustiva; novos poderão modificar as evidências atuais.

Na Fig. 3 estão plotadas a ocorrência e distribuição vertical de *Rastosuchus*, *Australerpeton* e *Endothiodon*, já taxonomicamente determinados. As principais características de distribuição vertical listam-se abaixo.

1) Peças de *Rastosuchus*, principalmente mandíbulas isoladas, encontram-se desde a zona de transição até os níveis mais alto do perfil. Um crânio completo, com mandíbulas, localiza-se na citada zona de transição. Embora encontrado em vários níveis, *Rastosuchus* é menos numeroso que *Australerpeton*. Sua presença nos níveis basais do perfil não está registrada por peças claramente diagnósticas; ali ocorrem peças pós-craniais fragmentárias, provavelmente transportadas, que, sendo distintas da de *Australerpeton*, têm sido atribuídas a *Rastosuchus*. Poderão pertencer, contudo, a uma terceira forma de anfíbio.

2) *Australerpeton*, em comparação a *Rastosuchus*, é mais abundante embora com sua maior frequência ocorrendo nos níveis médios e superiores do Membro Morro Pelado. No terço inferior deste, as três formas são encontradas. De outra parte, na metade inferior do perfil jamais encontramos quaisquer materiais suficientemente diagnósticos atribuíveis a *Australerpeton*.

3) O material craniano de *Endothiodon* (Barberena e Araújo, *op. cit.*) foi coletado em níveis mais ou menos comuns ao topo da zona de transição e à base do Membro Morro Pelado. Peças pós-cranianas deste réptil têm sido encontradas em quase todo o terço inferior do membro.

**a. ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS** *Australerpeton* e *Rastosuchus* exibem diferentes adaptações em sua morfologia, em que pese partilharem várias afinidades estruturais. Procuraremos a seguir, de forma geral, avaliar as implicações paleoecológicas dessas adaptações; vinculadas ao hábito alimentar e locomotor.

Ambos apresentam dentes labirintodentes cônicos e fortes, indicando dieta carnívora. No entanto, *Australerpeton* exibe um longo rostro, motivado pelo alongamento dos ossos do focinho. Este tipo de adaptação, conforme comprovado por várias formas fósseis e re-

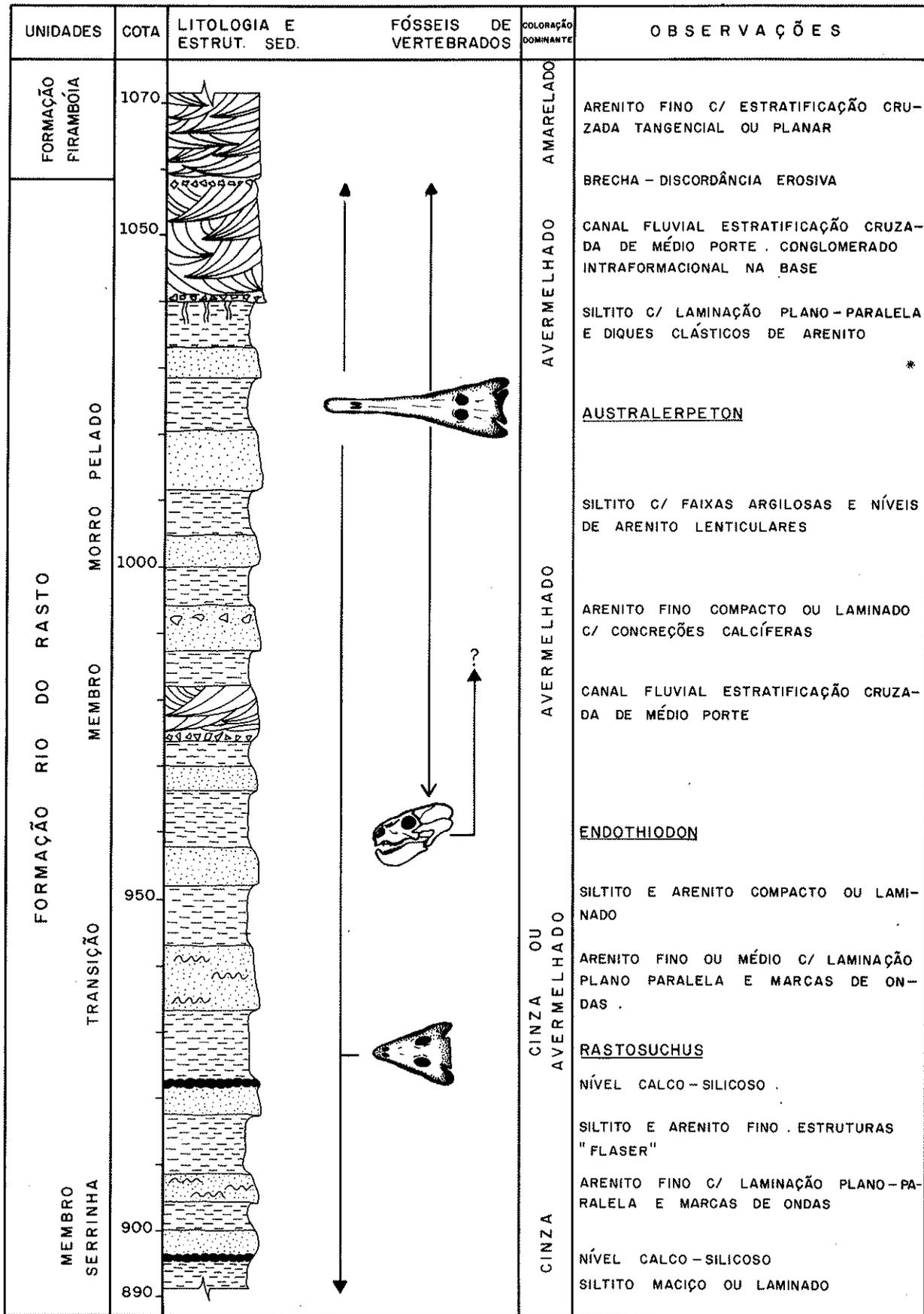


Figura 3 — Perfil composto simplificado da Formação Rio do Rasto, na serra do Cadeado

centes, dirige-se a uma dieta piscívora. Em realidade, trata-se de adaptação bastante específica a ponto de gerar impedimentos biomecânicos à captação de outra fonte alimentar.

Em *Rastosuchus*, o focinho não é alongado. As mandíbulas, em concordância, apresentam-se curtas e, por isso, facilmente diferenciáveis das de *Australerpeton*. *Rastosuchus*, assim, deve ser considerado como forma carnívora que não se alimentava de peixes, a não ser em condições eventuais. Artrópodes deveriam ser sua principal fonte alimentar. Descarta-se, por outro lado, a possibilidade de que exercesse atividade predatória sobre moluscos, captação à qual não se adequavam seus dentes.

No material pós-craniano de *Australerpeton*, os membros apresentam-se comparativamente frágeis para um animal que poderia atingir 2 m de comprimento. Esta condição, associada ao longo rostro captor, configura o animal como predador com relativa capacidade de nado. Certamente podia deslocar-se na terra, mas a predação efetuava-se nas águas. Um hábito mais terrestre caracterizaria melhor a *Rastosuchus*.

É importante ressaltar o fato de que *Australerpeton*, devendo penetrar nas águas para captar seu alimento, dificilmente o faria naquelas de salinidades elevadas. Até o recente, os anfíbios têm-se mostrado intolerantes às concentrações mais altas, especialmente quando devem permanecer em contato prolongado com a água, por apresentar problemas de osmorregulação. No registro geológico, os trematos sáurios são a única exceção no sentido de se associar, em águas aparentemente transitórias, a formas de invertebrados marinhos. Mesmo assim, admite-se que esses animais necessariamente precisariam das águas infra-halinas para a postura dos ovos e etapas iniciais de seu desenvolvimento.

Adaptações morfológicas traduzem um sistema de vantagens e limitações na interação ser vivo-meio ambiente e devem ser utilizadas para inferir o zoneamento paleoecológico, o que procuraremos fazer para os tetrápodes da Formação Rio do Rasto, com o auxílio do diagrama da Fig. 4, modificado de Reineck e Singh (1973), em que se esquematizam as principais associações de depósitos fluviais.

Na associação da planície de inundação temos o transporte por tração e por suspensão bastante desenvolvido. Notam-se barras de canal e de pontal, diques marginais, *crevasse splay deposits* e depósitos de bacia de inundação. O paleoambiente sugere boas condições de vida a *Australerpeton* pela abundância de águas infra-halinas e numerosos peixes.

A associação de planície costeira apresenta extensos depósitos fluviais, onde são numerosos os pelitos. A propósito, devemos notar aqui que os restos de tetrápodes da serra do Cadeado são coletados principalmente em níveis pelíticos; raros fragmentos ocorrem nos níveis de arenitos. Este paleoambiente, em quase toda sua extensão, favoreceria a vida dos anfíbios.

Por outro lado, na área mais vizinha ao mar, seja qual for a configuração geomórfica que lhe atribuamos, podemos prever alterações físico-químicas que, em maior ou menor grau, incidirão sobre a fauna impondo-lhe certas restrições morfo-fisiológicas. A variação de salinidade, neste contexto, apresenta-se como um dos fatores mais importantes.

Conforme notamos, as coletas revelam a inexistência de restos diagnósticos de *Australerpeton* nos níveis inferiores do perfil da Fig. 3. A menos que se trate de evidência negativa, o que é perfeitamente possível, o fato poderia ser explicado pela incapacidade desse anfíbio em tolerar, por intervalos de tempo consideráveis, a salinidade mais elevada. *Rastosuchus*, sendo um predador terrestre, mesmo em contato eventual com a água salina, poderia suportá-lo como, de resto, o fazem alguns anfíbios atuais.

Os répteis, até o presente, estão representados por *Endothiodon* na serra do Cadeado. Era uma forma terrestre, herbívora, de porte médio (em torno de 2 m), cuja distribuição ecológica era função do adequado suprimento de plantas e de terra para seu deslocamento. Era o consumidor de primeira ordem no elenco da paleofauna.

Tendo em mente as considerações acima, procurou-se estabelecer na Fig. 4 as prováveis zonas de distribuição dos tetrápodes da serra do Cadeado ao longo de um perfil fluvial esquemático. Trata-se de uma conceitualização hipotética em relação ao que, de fato, possa ter

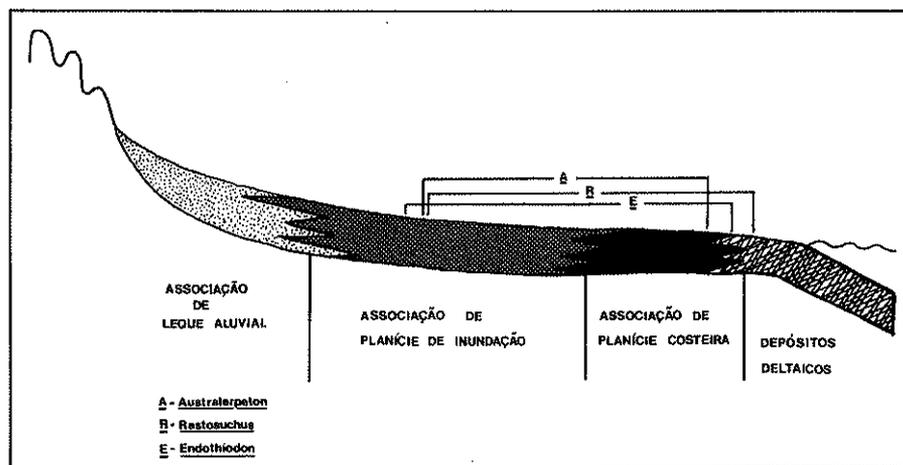


Figura 4 — Possível distribuição ecológica dos tetrápodes no paleoambiente Rio do Rasto. Modificado de Reineck e Singh (1973)

ocorrido na evolução paleogeográfica da área em questão. O âmbito das zonas é, evidentemente, por tentativa.

O recente trabalho de Gama Jr. (1979) oferece-nos a possibilidade de testar nossas evidências, de acordo com o modelo deposicional-geomórfico do autor, desenvolvido precisamente para uma região da qual faz parte a serra do Cadeado.

As fácies de lamitos avermelhados e arenitos lenticulares morro Pelado são interpretadas pelo autor como depósitos de planície deltaica; nela, *Australerpeton* e *Rastosuchus* teriam condições ambientais propícias. Evidentemente, pelo exposto na Fig. 4, acreditamos que as teriam também mais a montante da drenagem. O mesmo aplicar-se-ia a *Endothiodon*.

A maior frequência de tetrápodes localiza-se no Membro Morro Pelado (Fig. 3). A partir da zona de transição desaparecem os restos de *Australerpeton* e mesmo os de *Rastosuchus* começam a tornar-se escassos. Restos atribuíveis a este anfíbio são também registrados nos níveis superiores do Membro Serrinha, mas podem ter sido transportados. Se for válida nossa inferência quanto à restrição espacial de *Australerpeton* em função da salinidade crescente, em nosso perfil a zona de transição marcaria o início das condições ambientais mais ou menos inóspitas a este anfíbio. *Rastosuchus* poderia ainda tolerá-las por uma distância maior em direção ao mar. *Endothiodon* pode ter sofrido o mesmo tipo de restrição do primeiro anfíbio por mudança da flora ou por inadequação do substrato à locomoção. Alguns elementos pós-craniais, provisoriamente atribuídos a *Rastosuchus*, têm sido encontrados em níveis mais baixos no Membro Serrinha. Estão bastante fragmentados e provavelmente traduzem transporte *post-mortem* já que, se adotarmos a conceituação de Gama Jr., a frente deltaica Serrinha não poderia abrigar uma paleobiocenose de características marcadamente continentais.

Uma das condições básicas para a caracterização deltaica de uma seqüência é sua natureza progradação (Gama Jr., *op. cit.*, pp. 3-4), a qual acarretará na seção colunar desta seqüência a presença de sedimentos subaquosos na base e os continentais no topo, com os costeiros interpostos. Por via de conseqüência — pode-se acrescentar —, a paleofauna contida no pacote tenderá a refletir, conforme o deduzido de suas adaptações, aproximadamente a mesma sucessão paleoambiental delineada nos sedimentos.

A presença de *Australerpeton* e *Endothiodon* (formas nitidamente continentais), localizada na metade superior do perfil, sugere a progradação deltaica; de outra parte, o intervalo mais longo ocupado por *Rastosuchus* indica a maior tolerância deste anfíbio às variações físico-químicas fora do ambiente estritamente continental.

Os fatos acima mencionados conformam-se bem ao modelo de posição deltaica. Entretanto poderiam igualmente ajustar-se à concepção de uma costa progradante, razão pela qual não devem ser considerados como teste definitivo em favor do modelo deltaico.

No entanto, há outras evidências a serem consideradas que, somando-se à distribuição vertical da paleofauna da tetrápodes na área, parecem apoiar o modelo de Gama Jr.

Deve-se considerar, por exemplo, que alguns dos sedimentos mais ricos em paleotetrápodes estão associados a sistemas deltaicos, como a espessa associação Eopermiana da América do Norte, representada pelos Grupos Wichita, Clear Fork e Pease River do Texas, e as Formações Abo e Cutler do Novo México.

A presença de terras baixas, com abundante suprimento de plantas e água, normalmente associa-se aos deltas e é particularmente adequada para o desenvolvimento de ricas faunas de anfíbios e répteis fósseis. A paleofauna de tetrápodes da área é certamente abundante, embora não diversificada em termos taxonômicos. Este último aspecto, contudo, deverá relacionar-se mais à coleta não-exaustiva que realizamos até o presente. Conforme discutiremos mais adiante, existem marcadas afinidades entre esta paleofauna e aquela ocorrendo na Zona de *Cistecephalus* do Sistema Karroo. Associadamente a *Endothiodon*, lá existem várias formas carnívoras e herbívoras de répteis cuja presença na Formação Rio do Rasto é perfeitamente provável.

Um modelo paleobiocenótico preliminar, superposto ao deltaico, mostraria *Australerpeton* como predador natante nos corpos de água e *Rastosuchus* encontrando, na topografia de terras baixas com muito suprimento de água e vegetação, excelentes oportunidades de desenvolver sua dieta à base dos invertebrados então existentes. Sua independência da água para a predação, conforme discutimos, permitir-lhe-ia atingir maior penetração na área de transição entre planície e frente deltaica. *Endothiodon* certamente apresentava ampla distribuição por isso sua ausência nos níveis médios e superiores do Membro Morro Pelado deve principalmente ser atribuída às dificuldades de fossilização em ambientes subaéreo.

Em suma, a evidência disponível, ainda que preliminar, indica que a área da serra do Cadeado é um importante elo nas tentativas de reconstituição paleogeográfica da bacia do Paraná. O que dela atualmente conhecemos, em termos de paleoecologia, distribuição vertical e número de componentes de sua fauna de tetrápodes, sugere consistência para o modelo deposicional deltaico.

**b. IMPLICAÇÕES GEOCRONOLÓGICAS** A paleofauna de tetrápodes da Formação Rio do Rasto, pelos elementos já conhecidos, fornece interessantes subsídios para a idade geológica dessas camadas.

O dicinodonte *Endothiodon* é particularmente valioso nesse sentido, por encontrar-se restrito à Bacia do Paraná (área em estudo) e à Zona de *Cistecephalus* da Série Beaufort Inferior (Sistema Karroo, África). Mesmo a nível de espécie, conforme estudos em andamento, torna-se difícil a diferenciação entre o material brasileiro e o africano.

A citada Zona de *Cistecephalus* encontra-se em posição intermediária a outra duas zonas-associação: 1) Zona de *Tapinocephalus*, inferior, e 3) Zona de *Daptocephalus*, superior, segundo Kitching (1970).

Na zona inferior encontram-se répteis primitivos, dos quais os dinocefalinos são os mais representativos. Esta zona, posicionada no Kazaniano Superior, apresenta nítidas afinidades com a Zona II do Neopermiano da Rússia. A Zona de *Daptocephalus* situa-se no topo do

Tartariano do Sistema Karroo e pode, embora com menos precisão, ser correlacionada à Zona IV do Permiano russo.

A Zona de *Cistecephalus*, que nos interessa mais de perto, situa-se do Tartariano Inferior ao Médio. Sua paleofauna é bastante rica, incluindo dicinodontes (entre eles *Endothiodon*), cinodontes, terocéfalos, gorgonópseos, pareiassáurios e anfíbios rinessucóideos. O dado mais expressivo, em termos bioestratigráficos, na comparação com a fauna da Formação Rio do Rasto, é a completa restrição de *Endothiodon*, na África, a esta zona-associação. A nosso ver, este fato, associado a uma ocorrência limitada à América do Sul e África, investe *Endothiodon* de expressivo significado na correlação entre os sedimentos Rio do Rasto da área em estudo e aqueles incluídos na Zona de *Cistecephalus*.

A evidência fornecida por *Endothiodon* é reforçada pela presença de *Australerpeton* e *Rastosuchus*, claramente pertencentes à superfamília Rhinesuchoidea, como atestam várias homologias estruturais que compartilham com seus afins africanos. É importante notar que os rinessucóideos da África se distribuem ao longo das três zonas-associação acima citadas, mas apenas na Zona de *Cistecephalus* coexistem com *Endothiodon*.

Além disso, esta superfamília, com exceção de um duvidoso gênero da Europa, é também restritamente africana. A correspondência de sua distribuição paleogeográfica com a de *Endothiodon* é, portanto, bastante evidente.

Acreditamos, com base no acima exposto, que as evidências são suficientes para correlacionar a paleofauna de tetrápodes da Formação Rio do Rasto, na área estudada, à da Zona de *Cistecephalus*.

Pode-se argumentar, contudo, que, não obstante o marcado significado de *Endothiodon* e seus associados, a fauna até agora encontrada na serra do Cadeado inclui um número bem mais reduzido de taxa em relação à paleobiozona africana. Este é, evidentemente, um fato incontestável. Entretanto parece cabível a ressalva de que, aos extensos afloramentos da área, apenas três expedições foram efetuadas; não podemos, em consequência, excluir a possibilidade de que outras formas, próprias da Zona de *Cistecephalus*, venham ali a ser encontradas. O próprio *Endothiodon*, animal terrestre, herbívoro e de porte considerável, por sua restrita distribuição, atesta claramente sobre as poucas diferenças de paleobiota, nas placas da América do Sul e África, durante o Permiano Superior. Nessas condições, pelo menos em teoria, é inteiramente provável que elementos integrantes da cadeia alimentar com *Endothiodon*, na Zona de *Cistecephalus*, como carnívoros (terocéfalos, gorgonópseos e cinodontes), venham a comparecer no Neopermiano da Bacia do Paraná, na área estudada neste trabalho ou em outras a explorar.

Em todas as expedições que efetuamos em sedimentos pré-Serrinha, jamais foram encontrados quaisquer répteis atribuíveis à Zona de *Tapinocephalus*. Lidamos aqui com evidência negativa mas suficiente para sugerir que a aparição dos tetrápodes no Neopermiano, na Bacia, se inicia efetivamente por elementos correlacionáveis aos da Zona de *Cistecephalus*.

É pouco provável o comparecimento de formas da Zona de *Daptocephalus* na Formação Rio do Rasto, cu-

ja espessura é dominada por elementos da Zona *Cistecephalus*.

Não afastamos, contudo, a possibilidade de que paleofaunas comparáveis à da Zona de *Deptocephalus* venham a ser detectadas na Bacia, em áreas onde o estudo do limite Permo-Triássico seja intensificado.

Proposta aqui a correlação entre as paleofaunas de tetrápodes da Formação Rio do Rasto e da Zona de *Cistecephalus*, devemos indicar uma idade no Tartariano para a primeira. Barberena e Daemon (*op. cit.*, Quadro 2), em seu estudo integrado de palinórfos e tetrápodes, já haviam atingido esta conclusão. Entretanto, pela suposta presença de *Platyops*, uma forma de Kazaniano Superior da Rússia, incluíram a parte basal da Formação Rio do Rasto nesta idade. Atualmente, a redeterminação deste material como *Australerpeton* indica que a formação deva estar inteiramente contida no Tartariano (Inferior a Médio).

As evidências que acabamos de discutir devem ser consideradas como preliminares, embora apoiadas em dados expressivos. O trabalho de campo na serra do Cadeado e em outras, onde ocorrem sedimentos neopermianos continentais, está em pleno andamento e evidências adicionais poderão modificar as interpretações aqui apresentadas.

## SUMÁRIO DAS EVIDÊNCIAS E CONCLUSÕES 1.

A paleofauna de tetrápodes Rio do Rasto constitui-se no primeiro registro fóssil, para a América do Sul, de anfíbios e répteis pertencentes ao topo do Permiano Superior (Tartariano), em sedimentos continentais.

2. As afinidades taxonômicas desta paleofauna com a da Zona de *Cistecephalus*, da Série Beaufort Inferior do Permiano africano, são muito próximas. Assim espera-se que o prosseguimento do trabalho na serra do Cadeado, e sua extensão a outras áreas, permita o traçado, por continuidade lateral, de uma zona bioestratigráfica, correlata à mencionada paleobiozona africana, para o topo do Grupo Passa Dois na Bacia do Paraná.

3. Os tetrápodes da serra do Cadeado restringiram o amplo intervalo que, em termos de vertebrados, existia entre os mesossaurídeos da Formação Irati e os répteis triássicos da Formação Santa Maria. O achado desta paleo-herpetofauna permite esperar que trabalho mais detalhado, na porção basal de sedimentos triássicos, possa eventualmente revelar a existência de formas intermediárias em relação às da Formação Santa Maria, assim definindo mais precisamente, em termos bioestratigráficos, o limite Permo-Triássico na Bacia.

4. A evidência paleoambiental indica, pelos menos preliminarmente, que as litologias progradantes da Bacia, do tipo Serrinha, constituem uma espécie de limite paleobiológico antes do qual, pela inexistência de suficiente terra firme, ou pela salinidade elevada, não existiam condições para a vida de anfíbios e répteis. Os mesossaurídeos, sendo répteis natantes, constituem uma clara exceção neste sentido.

5. As implicações paleoecológicas da distribuição vertical dos tetrápodes da serra do Espigão apontam coerência para o modelo deposicional deltaico.

**Agradecimentos** As expedições científicas, que possibilitaram a obtenção dos exemplares fósseis aqui discutidos, foram desenvolvidas com o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e Câmara Especial de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A essas instituições registramos nosso agradecimento pelo incentivo sempre recebido.

Na elaboração do presente trabalho, tivemos oportunidade de discutir vários de seus aspectos com colegas do Instituto de Geociências da UFRGS e da UNESP, Rio Claro (SP) aos quais agradecemos pelas críticas e sugestões recebidas.

## BIBLIOGRAFIA

- BARBERENA, M. C. e DAEMON, R. F. — 1974 — A primeira ocorrência de Amphibia (Labrynthodontia) na Formação Rio do Rasto. Implicações geocronológicas e estratigráficas. Anais do XXVIII Con. Bras. de Geol. 2:251-261, Porto Alegre.
- BARBERENA, M. C. e ARAÚJO, D. C. — 1975 — Tetrápodes fósseis de Sudamérica y Deriva Continental. Actas Cong. Arg. Pal. Bioest. 1:497-504, Tucumán, Argentina.
- BIGARELLA, J. J.; PINTO, I. D.; e SALAMUNI — 1967 — Coffes Highway Itinerary, in Brazilian Gondwana Geology, Excursion nº 3, Guide Book: 82-98, Curitiba.
- GAMA Jr., E. — 1979 — A sedimentação do Grupo Passa Dois (Exclusive Formação Irati): um modelo geomórfico. Rev. Bras. Geoc. 9 (1): 1-16, São Paulo.
- GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ — 1973 — Projeto Final de Engenharia. Secretaria dos Transportes, Comissão da Estrada de Ferro Central do Paraná-Consórcio Transcon Amurada, vol. IX.
- GORDON Jr., M. — 1947 — Classificação das Formações Gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Notas Preliminares e Estudos, nº 38, DGM, DNPM, Rio de Janeiro.
- KITCHING, J. W. — 1970 — A short review of Beaufort zoning in South Africa, in Symposium on Gondwana 2:309-317, Pretória.
- MENDES, J. C. — 1967 — The Passa Dois Group, in Problems in Brazilian Gondwana Geology: 119-166, Curitiba.
- REINECK, H. E. e SINGH, I. B. — 1973 — Depositional Sedimentary Environments with reference to terrigenous clastics. Springer-Verlag, Berlin.
- SCHNEIDER, R. L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, R.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; e NOGUEIRA, A. A. — 1974 — Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. Anais XXVIII Cong. Bras. Geol. 1:41-65, Porto Alegre.
- SOARES, P. C. — 1975 — Divisão Estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. Rev. Bras. Geoc. 5(4):229-251, São Paulo.

Recebido em 7 de outubro de 1980.