

Serra do Cadeado, PR

Uma janela paleobiológica para o Permiano continental sul-americano

SIGEP 007

Max Cardoso Langer¹

Estevan Eltink¹

Jonathas de Souza Bittencourt¹

Rosemarie Rohn²

A SERRA DO CADEADO representa uma porção do escarpamento juro-cretácico da Bacia do Paraná em que afloram rochas das formações Teresina, Rio do Rasto, Pirambóia, Botucatu e Serra Geral. Esta sucessão abrange desde o Permiano até o Cretáceo, sendo sua parte sedimentar representativa da passagem de um ambiente de águas rasas, possivelmente transicional, para um francamente continental, de clima semi-árido. Os fósseis da Serra do Cadeado concentram-se na Formação Rio do Rasto, de idade permiana. Seu rico registro paleontológico compõe-se de plantas (*Schizoneura*, *Glossopteris*, *Paracalamites*, *Pecopteris*), bivalves (*Leinzia*, *Palaeomutela*, *Terraia*), raros gastrópodes, conchostráceos (*Pseudestheria*, *Monoleiolphus*, *Euestheria*, *Asmussia*, *Liograpt*), ostrácodes e raros insetos, além de especialmente significativa fauna de tetrápodes. Esta inclui o dicinodonte *Endothiodon*, um herbívoro terrestre de pequeno a médio porte, bem como duas formas de “anfíbios” temnospôndilos, uma de rostro longo, *Australerpeton cosgriffi*, e outra de rostro curto, ainda não formalmente denominada, que juntos compõem importante fauna de predadores aquáticos. Apesar da afinidade taxonômica destes tetrápodes necessitar de confirmação, a composição da fauna indica uma idade mesopermiana tardia (Capitaniano) para a parte dos sedimentos do Membro Morro Pelado que os abrigam. Neste contexto, por mais que as relações estratigráficas entre as formações Rio do Rasto e Pirambóia continuem discutíveis, o proposto contato transicional entre elas na Serra do Cadeado evidencia a significância da região para a investigação do limite Permo-Triássico na Bacia do Paraná.

Palavras-chave: Permiano Superior; Paraná; Serra do Cadeado; Formação Rio do Rasto, Permo-Triássico

Serra do Cadeado, state of Paraná – A paleobiologic window to the continental Permian of South America

The Serra do Cadeado (“Cadeado highs”) is part of the juro-cretaceous escarpment of the Paraná Basin, where rocks of the Teresina, Rio do Rasto, Pirambóia, Botucatu, and Serra Geral formations are exposed. This Permian to Cretaceous succession encompasses sedimentary sequences that represent the transition from a shallow water environment into a continental landscape, dominated by a semi-arid climate. The Serra do Cadeado fossils occur in the Permian Rio do Rasto Formation including plants (*Schizoneura*, *Glossopteris*, *Paracalamites*, *Pecopteris*), bivalves (*Leinzia*, *Palaeomutela*, *Terraia*), gastropods, conchostracans (e.g.: *Pseudestheria*, *Monoleiolphus*, *Euestheria*, *Asmussia* e *Liograpt*), ostracods, and rare insects, apart from an specially significant tetrapod fauna. This includes the dicynodont *Endothiodon*, a small to medium sized terrestrial herbivore, and two temnospondyl “amphibians”, a long-nosed, *Australerpeton cosgriffi*, and a short-nosed, unnamed form, which together compose an important fauna of aquatic predators. Although the taxonomic affinity of these tetrapods is still to be firmly established, the faunal composition indicates a late mesopermian (Capitanian) age for the bearing sediments of the Morro Pelado Member. In this context, even though the stratigraphic relations of the Rio do Rasto and Pirambóia formations are still controversial, their supposed transitional contact at the Serra do Cadeado area confirms the importance of the region to the study of the Permo-Triassic boundary in the Paraná Basin.

Key words: Late Permian; Paraná; Cadeado Hills; Rio do Rasto Formation, Permo-Triassic

INTRODUÇÃO

A região da Serra do Cadeado (Fig. 1), no centro-norte do Paraná, encerra importantes afloramentos de rochas paleozóicas e mesozóicas, no contexto das unidades litoestratigráficas que compõem a Bacia do Paraná. As localidades fossilíferas dessa região, associadas à Formação Rio do Rasto, fornecem um dos mais importantes registros paleontológicos do Neopermiano continental da América do Sul, incluindo vertebrados como “peixes”, “anfíbios” e sinápsidos (Barberena *et al.*, 1985), além de invertebrados e plantas (Rohn, 1994).

A integração dos dados paleontológicos e litoestratigráficos provenientes desses afloramentos propicia um retrato paleoambiental único do final do Paleozóico em nosso continente (Langer & Lavina, 2000), época marcada pelo maior evento de extinção biótica da história do planeta (Erwin, 1994; Benton, 2003). Adicionalmente, os tetrápodes fósseis da Serra do Cadeado representam alguns dos mais importantes marcos estratigráficos do Neopermiano na Bacia do Paraná, possibilitando correlações com depósitos de outras partes do globo, como a Bacia do Karoo, no sul da África, e os Cisurais, no Leste Europeu (Barberena *et al.*, 1985; Cisneros *et al.*, 2005).

Os primeiros trabalhos paleontológicos na Serra do Cadeado foram efetuados por Norberto dos Reis Correia e Juarez Aumond, nos anos de 1973-74, como parte de um levantamento geológico realizado para a EFCP (Estrada de Ferro Central do Paraná). Nessa oportunidade, o crânio de um tetrápode foi encontrado em depósitos correspondentes à Formação Rio do Rasto e encaminhado para o Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sendo descrito por Barberena & Araújo (1976) como um dicinodonte do gênero *Endothiodon*. Também no início dos anos setenta, o geólogo da PETROBRAS Rodi Ávila Medeiros teria descoberto os restos de um “anfíbio” temnospôndilo de rostro alongado. Este material foi coletado pela equipe em questão, da qual fazia parte o paleontólogo Roberto F. Daemon, tendo sido descrito por Barberena & Daemon (1974) como *Platyops* sp. Posteriormente, trabalhos de campo coordenados pelo próprio Mário C. Barberena (UFRGS), entre 1975 e 1982, resultaram na descoberta de exemplares adicionais e material mais bem preservado, especialmente de temnospôndilos. Trabalhos descritivos se seguiram, nos quais duas formas distintas, ambas possivelmente afins ao grupo dos Rhinesuchidae, foram identificadas (Barberena *et al.*, 1980, 1985): uma de focinho curto “semelhante à *Rhinesuchus*” (Barberena & Dias, 1998) e outra de focinho alongado, denominada

Australerpeton cosgriffi (Barberena, 1998). No tocante aos fósseis de vegetais da Formação Rio do Rasto, uma importante taoflora foi coletada por Norberto dos Reis Correia em 1977, na qual os gêneros *Schizoneura*, *Paracalamites* e *Pecopteris* foram identificados por Cazzulo-Klepzig & Correia (1981). Tais registros foram confirmados por Rohn & Rösler (1986a, b, c) e adicionalmente foi reconhecido o gênero *Glossopteris* para a Serra do Cadeado (Rohn, 1994). Invertebrados completam a rica paleobiota reconhecida nestes estratos permianos, os quais foram principalmente explorados por Rohn (1994), com a identificação de bivalves (e.g.: *Leinzia*, *Palaeomutela* e *Terraia*), conchostráceos (e.g.: *Pseudestheria*, *Monoleiolphus*, *Euestheria*, *Asmussia* e *Liograptus*), gastrópodes, ostrácodes e insetos. Atualmente, a região é explorada principalmente em busca de tetrápodes fósseis, por pesquisadores da Universidade de São Paulo, *campus* de Ribeirão Preto, e da Universidade Federal do Paraná.

LOCALIZAÇÃO

Situada no centro-norte do estado do Paraná (Fig. 2), a Serra do Cadeado corresponde a uma sessão algo convoluta do escarpamento juro-cretácico da Bacia do Paraná (regionalmente denominado “Serra da Esperança”), onde o Terceiro Planalto Paranaense se prolonga para sudeste em meio a morros testemunhos de maior expressão, como o “do Mulato” e “da Torre Telepar” (Fig. 3). Sua porção principal localiza-se entre os municípios de Mauá da Serra e Ortigueira, a cerca de oitenta quilômetros ao sul da cidade de Londrina, e 250 quilômetros ao noroeste de Curitiba. Algumas das melhores exposições das rochas aflorantes na Serra do Cadeado estão distribuídas ao longo da rodovia BR 376, que liga Curitiba ao norte do Paraná. Entre os quilômetros 300 e 330, ocorrem os afloramentos mais fossilíferos da Formação Rio do Rasto, com registro de plantas, vertebrados e invertebrados (Rohn, 1994). Destes, destaca-se aquele do quilômetro 313, conhecido informalmente como “Monjolo” (23°58’43”S; 51°05’30”W), onde foi coletado o primeiro “anfíbio” temnospôndilo da região (Barberena & Daemon, 1974). Os cortes ferroviários da Estrada de Ferro Central do Paraná (EFCP), hoje sob concessão da empresa ALL (América Latina Logística), entre os quilômetros 500 e 510, também têm se mostrado bastante produtivos, especialmente no que concerne os tetrápodes fósseis (Barberena & Araújo, 1975; Barberena *et al.*, 1980, 1985; Langer *et al.*, 2006; Eltink & Langer, 2008). O acesso para as áreas de coleta ao longo da EFCP pode ser feito a partir da BR 376, da margem

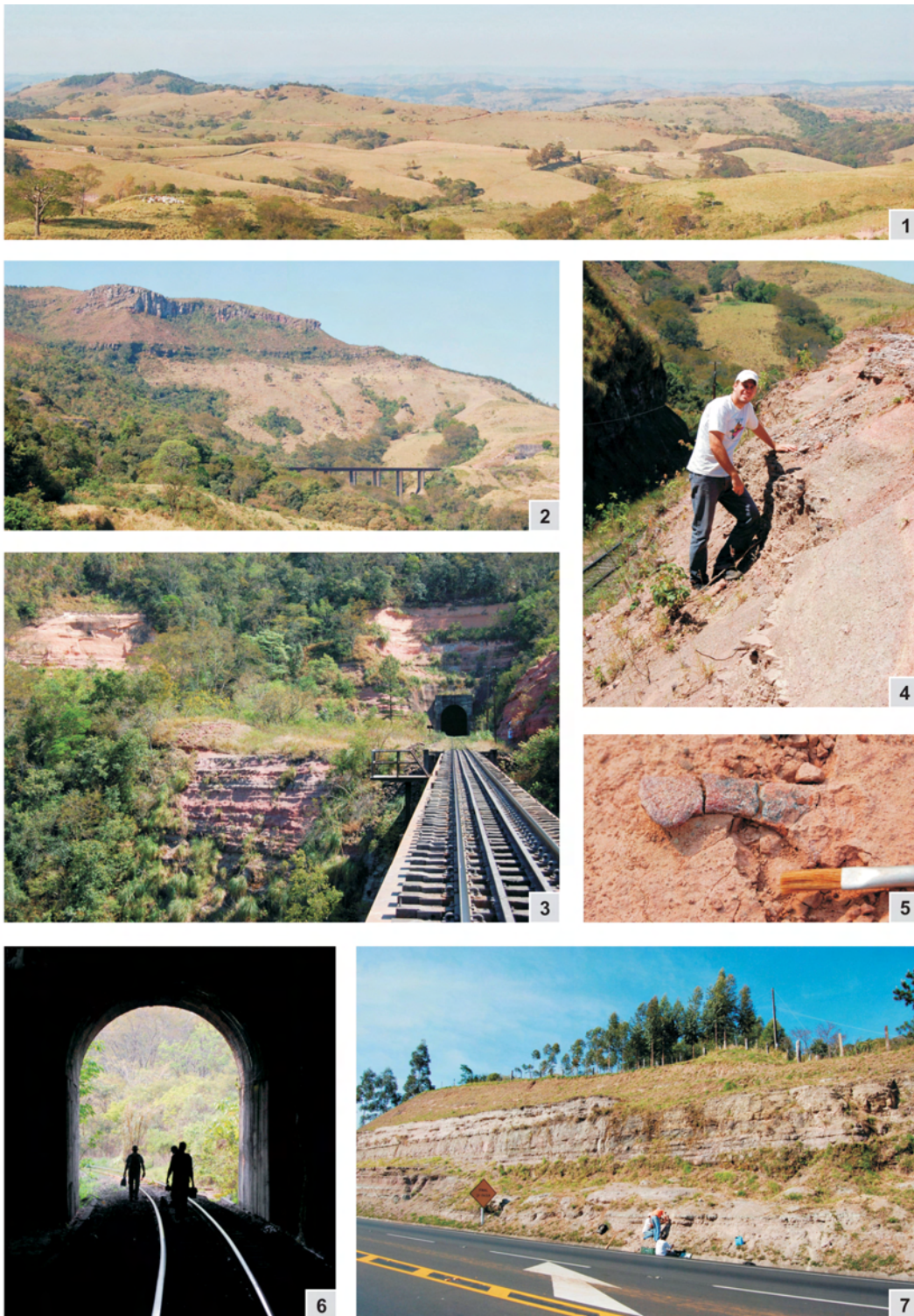


Figura 1 - Imagens da Serra do Cadeado. (1) Vista sudoeste desde o sopé do “Morro do Mulato”; (2) face sul do “Morro do Mulato”; (3) localidade nas margens da EFCP com afloramentos das formações Rio do Rasto e Pirambóia; (4) trabalho de prospecção em afloramento da Formação Rio do Rasto nas margens da EFCP; (5) osso longo de tetrápode aflorando em rochas da Formação Rio do Rasto; (6) travessia de um dos túneis da EFCP; (7) corte no quilômetro 313 da BR-376, localidade “Monjolo”, expondo depósitos da Formação Rio do Rasto. Fotos: Max Cardoso Langer.

Figure 1 - Imagery of Serra do Cadeado. (1) Southwest view from the base of “Morro do Mulato”; (2) south escarpment of “Morro do Mulato”; (3) locality next to EFCP with exposures of Rio do Rasto and Pirambóia formations; (4) fossil digging in a outcrop of Rio do Rasto Formation next to EFCP; (5) tetrapod long bone in the bearing rock of the Rio do Rasto Formation; (6) getting trough a EFCP tunnel; (7) road cut at km 313 of BR-376, “Monjolo” site, with exposures of the Rio do Rasto Formation. Photos: Max Cardoso Langer.

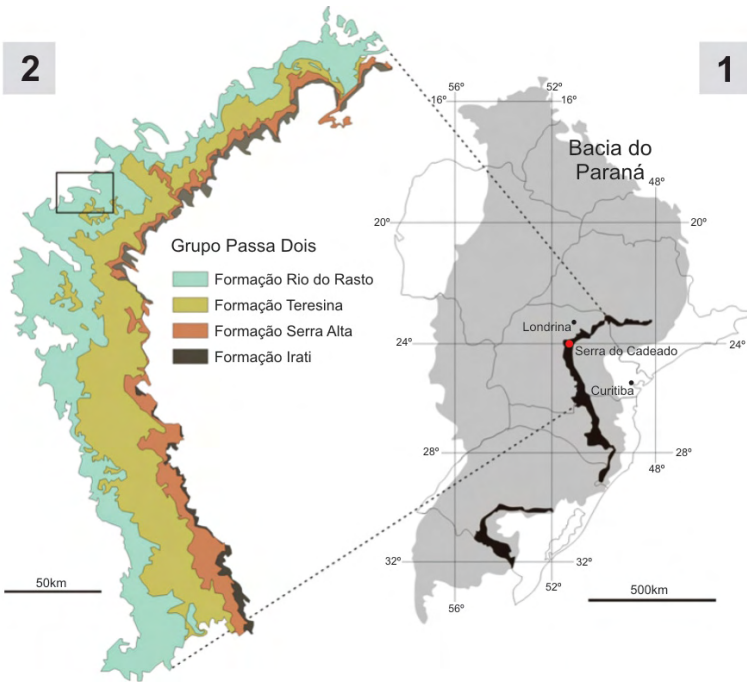


Figura 2 - Localização do sítio. (1) Distribuição em superfície do Grupo Passa Dois na borda leste da Bacia do Paraná (retirado de Barberena *et al.* 1985), (2) Faixa de afloramentos das formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto no Estado do Paraná (retirado de MINEROPAR, 2008). Quadrado indica área detalhada na Figura 3.

Figure 2 - Site location. (1) Geologic sketch of Passa Dois Group in the eastern border of the Paraná Basin (from Barberena *et al.* 1985), (2) Outcrop belt of Irati, Serra Alta, Teresina, and Rio do Rasto formations in Paraná state (from MINEROPAR, 2008). Open square indicate area depicted in Fig. 3.

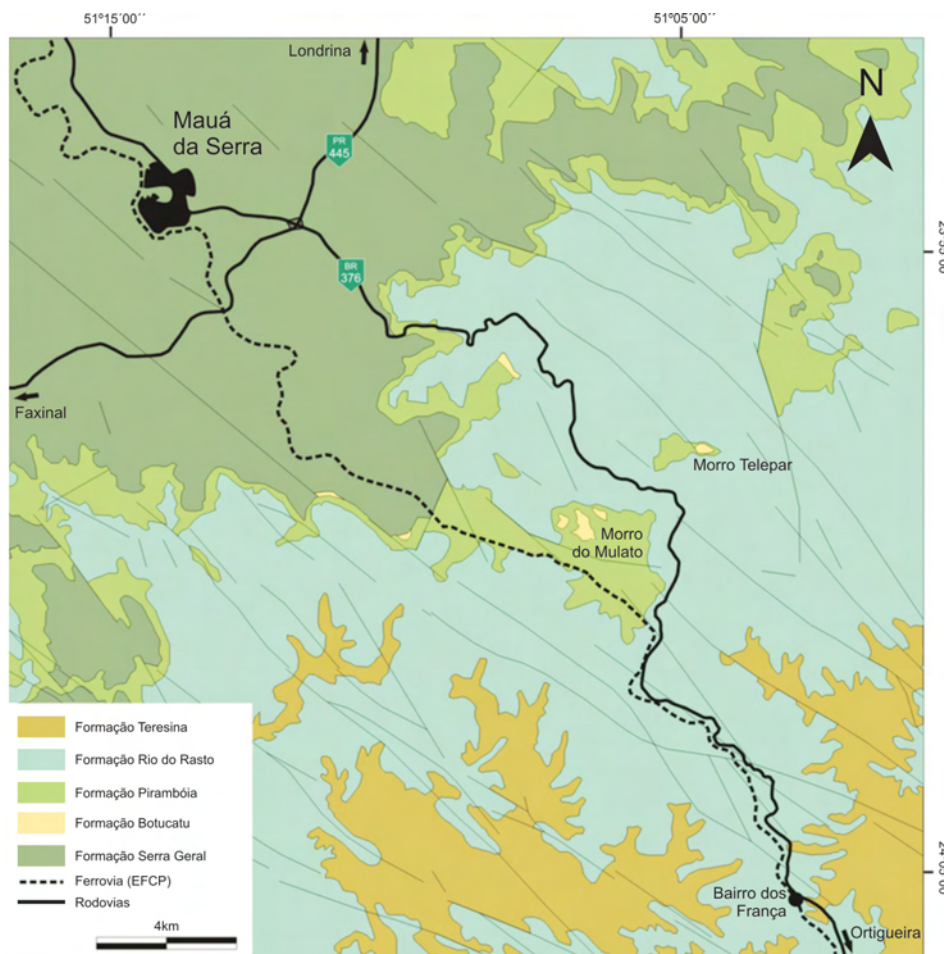


Figura 3 - Mapa geológico da região da Serra do Cadeado, baseado em MINEROPAR (2008) e Riccomini *et al.* (1984). Traços finos indicam diques de diabásio associados a falhas geológicas.

Figure 3 - Geologic map of the Serra do Cadeado área, based on MINEROPAR (2008) and Riccomini *et al.* (1984). Narrow lines indicate diabase dykes associate to geologic faults.

sudoeste da qual várias estradas não pavimentadas conduzem aos cortes ferroviários. Alternativamente, os afloramentos podem ser acessados desde a rodovia PR 445, a partir do trecho que liga a BR 376 ao município de Faxinal, também através uma estrada não pavimentada que parte da margem sul da rodovia. De forma geral, os afloramentos em questão estão inseridos em um polígono com vértices nas coordenadas: 23°58'30''S - 51°05'30''W; 23°58'30''S - 51°09'00''W; 24°00'15''S - 51°05'30''W e 24°00'15''S - 51°09'00''W.

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Contexto Geológico

A região da Serra do Cadeado representa uma porção do escarpamento juro-cretácico da Bacia do Paraná (Fig. 4), com altitudes variando de 750 a 1300 m. Nesta área, afloram as formações Teresina, Rio do Rasto (Grupo Passa Dois), Pirambóia, Botucatu e Serra Geral (Grupo São Bento), abrangendo desde o Permiano até o Cretáceo (Riccomini *et al.*, 1984). Estruturalmente, a região situa-se na porção mediana do Arco de Ponta Grossa, onde os depósitos sedimentares estão seccionados por numerosos diques de diabásio cretácicos, de direção noroeste, normalmente associados a falhas geológicas subverticais. As rochas do Grupo São Bento compõem o escarpamento em si, enquanto os depósitos da Formação Rio do Rasto (membros Serrinha e Morro Pelado) formam terrenos ondulados, determinados pelos diques de diabásio sustentadores do relevo (Barberena *et al.*, 1980).

De forma geral, as unidades estratigráficas mostram uma sucessão granocrescente da base para o topo (Fig. 4), com pelitos e calcários na Formação Teresina, siltitos com intercalações de arenitos muito finos na parte

inferior da Formação Rio do Rasto (Membro Serrinha), e fácies predominantemente areníticas finas, às vezes com intercalações de finas brechas, na parte superior desta (Membro Morro Pelado). Esta sucessão representa a passagem de um ambiente de águas rasas, possivelmente transicional, para um francamente continental, de clima semi-árido (Barberena *et al.*, 1980). As formações Pirambóia e Botucatu são constituídas por arenitos finos de origem principalmente eólica, havendo uma intercalação conglomerática de origem fluvial. Segundo Milani (2000, 2004), as formações Rio do Rasto e Pirambóia estariam inseridas no contexto da Supersequência Gondwana I, enquanto a Formação Botucatu representaria o início de um outro ciclo sedimentar, a Supersequência Gondwana III. Sobrejacentes aos depósitos mencionados acima, assentam-se as rochas basálticas da Formação Serra Geral (Marques & Ernesto, 2004), que coroam o fim do pacote estratigráfico representado na Serra do Cadeado.

Em termos litológicos, o Membro Serrinha (unidade inferior da Formação Rio do Rasto) é constituído por siltitos e argilitos cinzas, lilás a roxos, arenitos finos tabulares a lenticulares esbranquiçados, podendo localmente conter lentes ou horizontes calcários (Rohn, 1994). Os arenitos possuem laminação cruzada, ondulada, sendo, às vezes, maciços. As camadas síltico-argilosas podem ser igualmente maciças, mostrar laminação plano-paralela ou acamamento *wavy*, lenticular e *flaser* conforme a presença de interlaminações de arenitos muito finos. Nas proximidades do distrito de Bairro dos França ocorre a transição para o Membro Morro Pelado e os depósitos pelíticos passam de arroxeados para avermelhados, com muitas variações na coloração. O contato entre os membros Serrinha e Morro Pelado é geralmente considerado concordante e

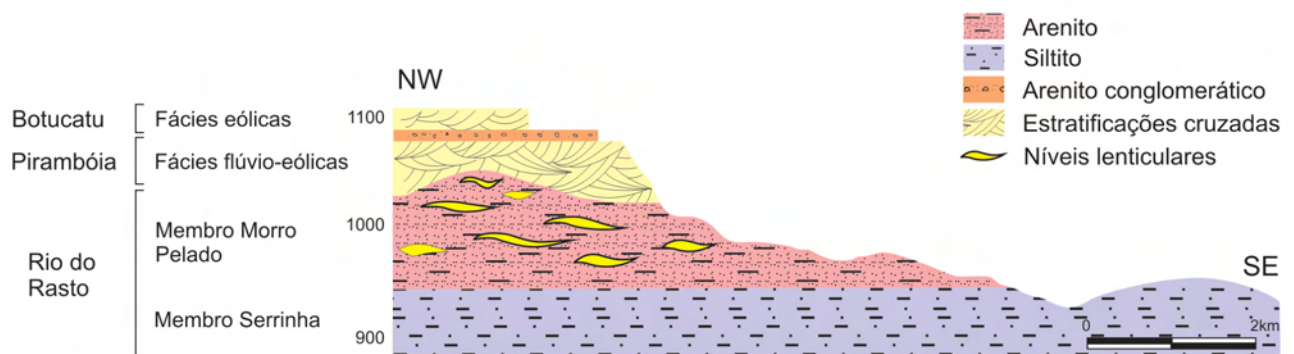


Figura 4 – Seção geológica esquemática da Serra do Cadeado (modificada de Barberena *et al.*, 1980). As inúmeras falhas geológicas e diques de diabásio da região não estão representados.

Figura 4 – Schematic profile of Serra do Cadeado (based on Barberena *et al.*, 1980). Diabase dykes and geologic faults are not represented.

gradacional (Gordon Jr., 1947; Schneider *et al.*, 1974; Gama Jr. *et al.*, 1982; Rohn, 1994). O Membro Morro Pelado caracteriza-se principalmente por um aumento da proporção de arenitos e pela geometria comumente lenticular dos corpos. Internamente, muitos arenitos apresentam laminações cavalgantes ou estratificação cruzada acanalada (Barberena *et al.*, 1980; Rohn, 1994). Outras feições significativas são grandes gretas de contração (Lavina, 1991), brechas constituídas por intraclastos pelíticos (Rohn, 1994), pequenas falhas geológicas e deformações (Strugale *et al.*, 2003).

Schneider *et al.* (1974) consideraram que os depósitos do Membro Serrinha resultaram de avanços progradaçãois de planícies de maré, caracterizando um ambiente de transição entre aqueles geradores dos depósitos de águas rasas da Formação Teresina e os continentais do Membro Morro Pelado. Neste contexto, os depósitos do Membro Morro Pelado teriam se formado em lagos e planícies aluviais, localmente recobertos por dunas de areia sob condições climáticas áridas. Para Gama Jr. (1979), entretanto, a deposição da Formação Rio do Rasto seria resultado da progradação de um sistema deltáico, definido por ele como “Sistema Deltáico Serra do Espigão”.

Os arenitos esverdeados da base da seqüência (Membro Serrinha) remeteriam a um ambiente marinho raso, de supra a inframaré, com alguma ação de ondas. Estes se transicionariam para depósitos de planície costeira, passando finalmente àqueles representativos de um sistema de canais fluviais sazonais oxidantes, com fácies sedimentares compostas pelos lamitos avermelhados e lentes arenosas lenticulares do Membro Morro Pelado. Este modelo recebeu críticas por parte de Mendes (1984) em virtude da inexistência de fósseis indubitavelmente marinhos, assim como pela paleogeografia incoerente, na qual toda a bacia estaria ocupada pelos ambientes transicionais, ou seja, faltariam evidências sedimentares e paleogeográficas de ambientes distais verdadeiramente marinhos. Outro problema seria a passagem abrupta para o ambiente fluvial Morro Pelado (Mendes, 1984). Pode-se acrescentar que o valor bioestratigráfico de diversos fósseis foi totalmente desprezado, pois o modelo pressupõe que quase todos os organismos tenham sido contemporâneos, apenas separados por condições paleoecológicas distintas.

Rohn (1988, 1994) e Lavina (1991) interpretaram o ambiente gerador da Formação Rio do Rasto como basicamente lacustre, inicialmente dominado por grandes lagos influenciados por ondas de tempestade (Membro Serrinha), depois por pequenos corpos d’água temporários, canais fluviais formados durante chuvas torren-

ciais e desenvolvimento de dunas eólicas, em condições cada vez mais secas (Membro Morro Pelado). A interpretação de que a parte inferior do Membro Serrinha já seria continental baseia-se na ocorrência de “conchostráceos”, pequenos crustáceos que não toleram água salgada (Rohn, 1994; Ferreira-Oliveira, 2007). Algumas falhas geológicas e deformações dos depósitos, na Serra do Cadeado (Strugale *et al.*, 2003) e em outras áreas (Rohn, 1994; Meglhiatti, 2006), sugerem a incidência de abalos sísmicos contemporâneos à deposição da Formação Rio do Rasto.

Medidas de paleocorrentes recentemente realizadas nos corpos areníticos da Formação Rio do Rasto, especialmente no Membro Morro Pelado, têm demonstrado que os fluxos aquáticos dirigiram-se em média para norte, ao passo que os ventos sopravam para sul (Rohn *et al.*, 2005). Adicionalmente, ocorre maior proporção de arenitos no sul da bacia e de rochas carbonáticas no norte/nordeste (Rohn, 2007). Assim, ao contrário do que se interpretava anteriormente, os paleoambientes não estariam relacionados a um sistema aluvial endorréico, dominados por corpos de água que recebiam afluxos de rios efêmeros de modo centrípeto. Na verdade, estes novos dados são mais coerentes com a hipótese de que os paleoambientes fariam parte da porção distal de um enorme sistema aluvial, condicionado pela existência de altos topográficos ao sul da Bacia do Paraná (Rohn *et al.*, 2005). Este modelo de sedimentação ainda está em desenvolvimento, guardando possível relação com o soerguimento da Sierra de la Ventana, na Argentina, e das Montanhas do Cabo, na África do Sul, ocorrido no Permiano.

Estudos paleontológicos diversos (Barberena *et al.*, 1985; Rohn, 1994; Cisneros *et al.*, 2005) posicionam toda a Formação Rio do Rasto no Neopermiano “clássico” (i.e.: Ufimiano, Kazaniano e Tatariano), época aproximadamente correspondente aos andares Roadiano a Changhsingiano (Menning *et al.*, 2006). Entretanto, inexistem evidências fossilíferas indicativas da parte mais tardia do Permiano, o que levou Rohn (2007) a sugerir que a Formação Rio do Rasto não incluísse depósitos de idade changhsingiana. Este intervalo poderia corresponder à discordância entre as formações Rio do Rasto e Pirambóia observada na região nordeste da Bacia do Paraná (Rohn, 1994, 2007; Meglhiatti, 2006), tendo em vista a idade provavelmente neotriássica da última unidade estratigráfica (vide abaixo). Por outro lado, na Serra do Cadeado, o contato entre as formações Rio do Rasto e Pirambóia parece ser transicional (Riccomini *et al.*, 1984), contrariando idéias precedentes de que o limite entre os grupos Passa Dois e São

Bento seria descontínuo em toda a Bacia do Paraná (Almeida, 1980; Zalán *et al.*, 1990). Neste contexto, a passagem permo-triássica poderia estar representada pelo topo da Formação Rio do Rasto (Vieira, 1973; Riccomini *et al.*, 1984; Daemon *et al.*, 1991), ou mesmo pelos níveis ditos transicionais entre esta e a Formação Pirambóia (Lavina, 1991).

Como em outras partes da Bacia do Paraná (Soares, 1975), a Formação Pirambóia na Serra do Cadeado constituiu-se de arenitos finos de coloração clara, com laminação plano-paralela e estratificações cruzadas de médio e grande porte (Barberena *et al.*, 1980; Riccomini *et al.*, 1984; Assine *et al.*, 2004), representativas de ambiente deposicional principalmente eólico, com algum retrabalhamento fluvial (Assine *et al.*, 2004). Sua idade é interpretada como triássica, com base em escassa evidência fossilífera, nas relações estratigráficas com as unidades adjacentes (Assine *et al.*, 2004) e na possível correlação com a Formação Sanga do Cabral, no Rio Grande do Sul (Lavina, 1991; Milani, 2000). Já a sobreposta Formação Botucatu compõe-se de um arenito silicificado de coloração clara, bem selecionado e de grãos arredondados, formando estratificações cruzadas tabulares de grande porte. Estas correspondem a um ambiente deposicional desértico, sob ação eólica, com poucos depósitos condicionados pela água. A datação da Formação Botucatu é controversa (Assine *et al.*, 2004), com idades propostas para o Jurássico (Leonardi & Oliveira, 1990) ou Cretáceo Inferior (Scherer, 2000). O contato entre as formações Pirambóia e Botucatu é aceito como discordante pela maior parte dos autores (Lavina, 1991; Milani, 2000; Assine *et al.*, 2004).

Paleontologia

Até o momento, o registro fossilífero na Serra do Cadeado (Figs. 5-6) está restrito aos depósitos permianos da Formação Rio do Rasto, nos quais foram identificados microfósseis (conchostráceos e ostrácodes), além de macrofósseis de plantas, vertebrados e invertebrados (Rohn, 1994)

Historicamente, os fósseis de tetrápodes foram especialmente úteis, à época de suas descobertas (Barberena & Araújo, 1976), para preencher a lacuna faunística existente na Bacia do Paraná, entre os estratos portadores de mesossauros da Formação Irati, considerados de idade eopermiana (Santos *et al.*, 2006), e aqueles ricos em répteis triássicos, da Formação Santa Maria, no Rio Grande do Sul (Barberena *et al.*, 1985; Langer *et al.*, 2007). Microfósseis, invertebrados, restos de plantas e restos isolados de peixes (em geral es-

camas de paleonisciformes e coelacantiformes) são relativamente comuns ao longo da BR 367, que cruza a Serra do Cadeado, ocorrendo tanto no Membro Serrinha quanto no Membro Morro Pelado (Rohn, 1994). Os tetrápodes, entretanto, têm distribuição algo restrita aos níveis mais altos da seqüência (Barberena *et al.*, 1980). Os restos atribuídos por Barberena & Araújo (1976) ao dicinodonte *Endothiodon* foram encontrados na transição entre os membros Serrinha e Morro Pelado; aqueles relacionados ao temnospôndilo *Australerpeton cosgriffi* Barberena, 1998, parecem restritos ao Membro Morro Pelado; enquanto a forma de temnospôndilo descrita por Barberena & Dias (1998) tem distribuição mais ampla, ocorrendo tanto no Membro Morro Pelado, como possivelmente também no Membro Serrinha.

As duas formas de “anfíbios” temnospôndilos identificadas na Serra do Cadeado (Figs. 5-6) podem facilmente ser diferenciadas com base em seus rostros mais e menos alongados (Barberena *et al.*, 1980). A forma longirostra foi primeiramente identificada (Barberena & Daemon, 1974) a partir de um crânio parcial, e posteriormente descrita com base em material mais completo (Barberena, 1998; Dias & Richter, 2002; Dias & Schultz, 2003), tendo sido denominada *Australerpeton cosgriffi* Barberena, 1998. A segunda forma, de crânio brevírostre, ainda carece de uma designação formal. Esta foi tratada como *Rastosuchus hammeri* Barberena, Correia & Aumond, 1980 (*nomem nudum*), e descrito por Barberena & Dias (1998) e Kroeff (2006) com base em crânio parcial e uma série de ramos mandibulares. Em termos paleoecológicos, Barberena *et al.* (1985) considerou *A. cosgriffi* um animal piscívoro e mais dependente do meio aquático que a forma brevírostra. A inferida maior tolerância a águas salinas desta última teria como resultado sua mais ampla distribuição na seqüência permiana da Serra do Cadeado, ocorrendo não somente nos depósitos de águas continentais do Membro Morro Pelado, aos quais *A. cosgriffi* está restrito, mas também naqueles talvez influenciados pela dinâmica costeira, i.e.: Membro Serrinha.

Atualmente, não há consenso quanto às afinidades taxonômicas dos temnospôndilos da Serra do Cadeado. Os primeiros trabalhos revisionais (Barberena *et al.*, 1980, 1985) relacionaram ambas as formas ao grupo dos Rhinesuchidae, sendo esta associação corroborada por alguns trabalhos mais recentes (Barberena, 1998; Barberena & Dias 1998; Dias & Schultz, 2003). Estes temnospôndilos são conhecidos de depósitos do Neopermiano (Tatariano *sensu* Tverdokhlebov *et al.*, 2005) e Eotriássico do sul da África (incluindo a Bacia Karoo), Índia e Madagascar (Schoch & Milner, 2000),

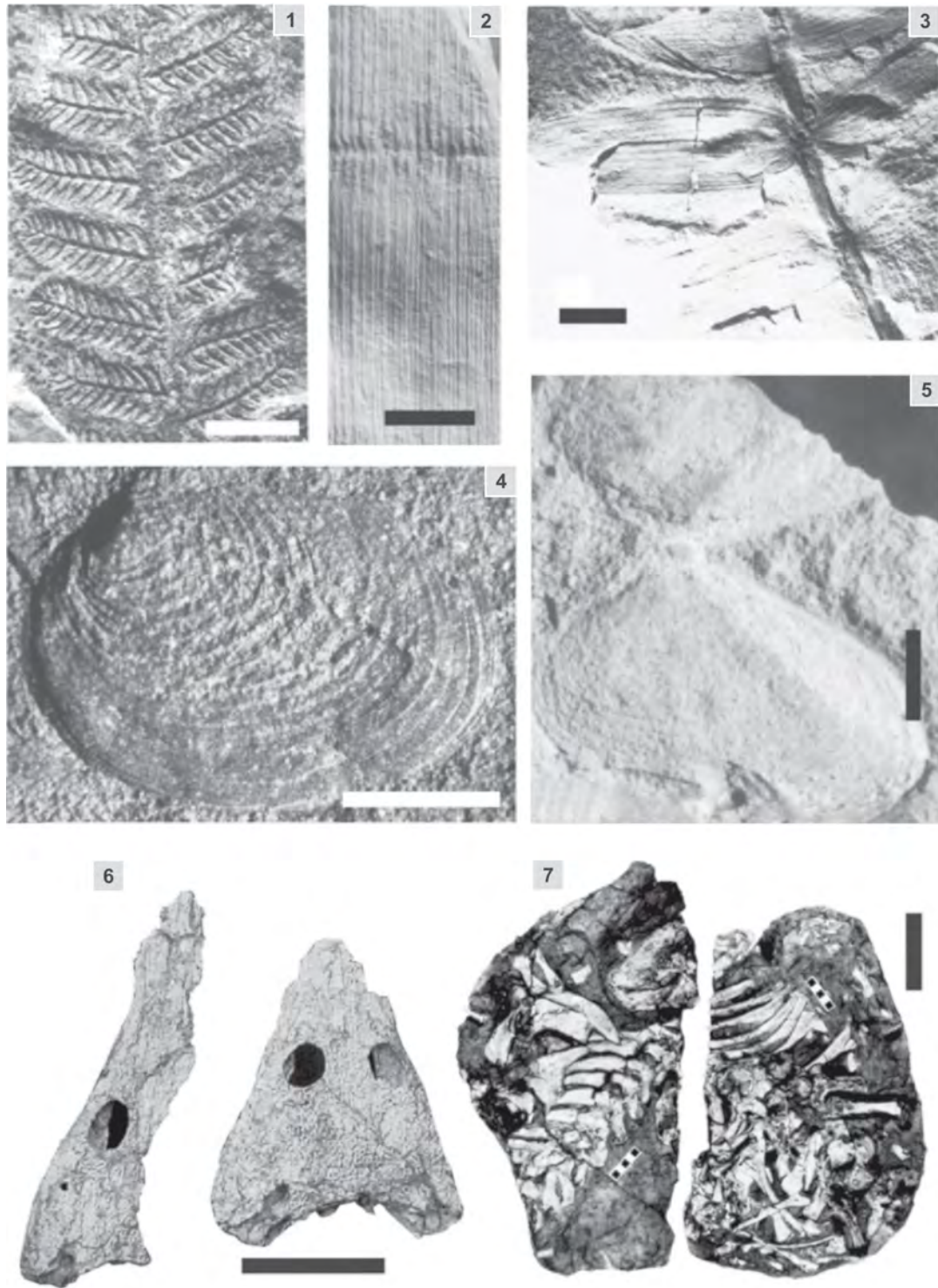


Figura 5 - Fósseis da Serra do Cadeado. (1) Pina de *Pecopteris cadeadensis* (Foto: Rosemarie Rohn); (2) fragmento de caule de *Paracalamites* (Foto: Rosemarie Rohn); (3) caules e folhas de *Schizoneura gondwanensis* (retirado de Cazzulo-Kleipzig & Correia, 1981); (4) valvas de *Liograptia* sp. (Foto: Rosemarie Rohn); (5) valvas articuladas de *Terraia* sp. (Foto: Rosemarie Rohn); (6) crânios parciais de *Australerpeton cosgriffi* em vista dorsal (retirado de Dias & Schultz, 2003); (7) esqueleto pós-craniano de *A. cosgriffi* (retirado de Dias & Schultz, 2003). Escalas = 1,5 cm (1), 1cm (2-3), 0,1 cm (4), 0,5 cm (5), 10 cm (6-7).

Figure 5 - Serra do Cadeado fossils. (1) Leaves of *Pecopteris cadeadensis* (photo of R. Rohn); (2) stem fragment of *Paracalamites* (photo of R. Rohn); (3) stem and leaves of *Schizoneura gondwanensis* (from Cazzulo-Kleipzig & Correia, 1981); (4) valves of *Liograptia* sp. (photo of R. Rohn); (5) articulated valves of *Terraia* sp. (photo of R. Rohn); (6) partial skulls of *Australerpeton cosgriffi* in dorsal view (from Dias & Schultz, 2003); (7) postcranial skeleton of *A. cosgriffi* (from Dias & Schultz, 2003). Scale bars = 1,5 cm (1), 1cm (2-3), 0,1 cm (4), 0,5 cm (5), 10 cm (6-7).

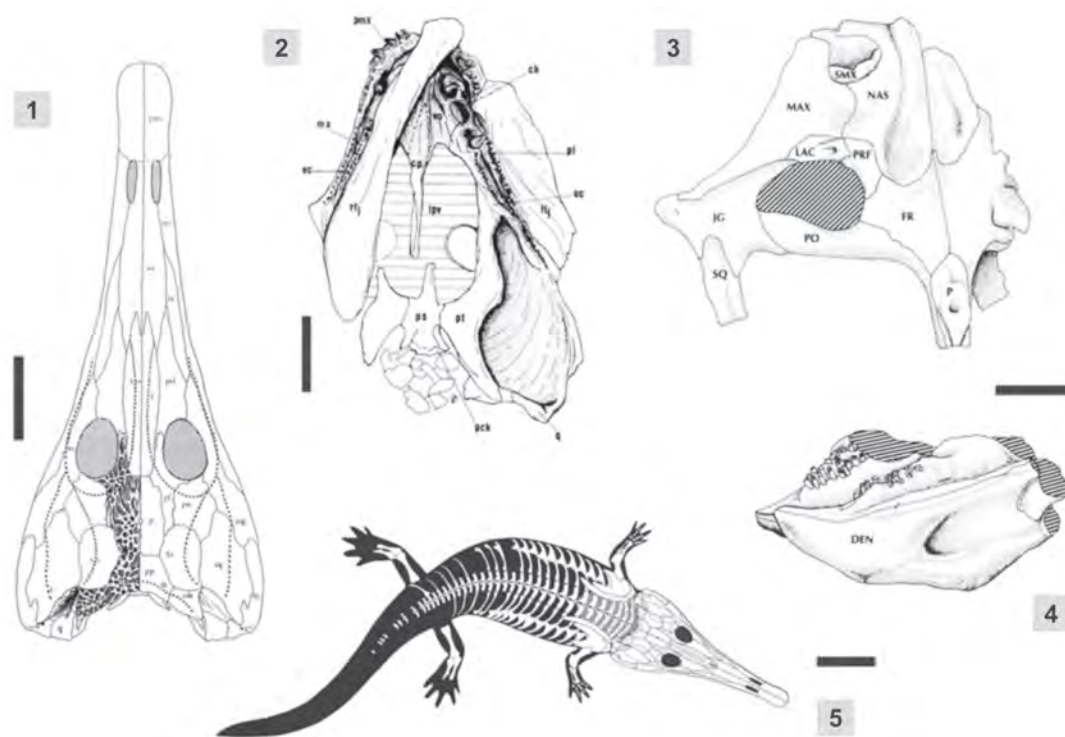


Figura 6 - Tetrápodos da Serra do Cadeado. (1) Crânio de *Australerpeton cosgriffi* em vista dorsal (retirado de Barberena, 1998); (2) crânio do temnospondilo brevirostre em vista palatal (retirado de Barberena & Dias, 1998); (3) crânio de *Endothiodon* em vista oblíqua dorsal-esquerda (retirado de Barberena & Araújo, 1976); (4) ramos mandibulares de *Endothiodon* em vista lateral esquerda (retirado de Barberena & Araújo, 1976); (5) reconstrução esquelética de *A. cosgriffi*, baseado em Barberena (1998) e Dias & Schultz (2003). Escalas = 5 cm (1-4); 15 cm (5).

Figure 6 –Serra do Cadeado tetrapods. (1) Skull of *Australerpeton cosgriffi* in dorsal view (from Barberena, 1998); (2) skull of the brevirostrine temnospondyl in palatal view (from Barberena & Dias, 1998); (3) skull of *Endothiodon* in left-dorsal oblique view (from Barberena & Araújo, 1976); (4) mandibular rami of *Endothiodon* in left lateral view (from Barberena & Araújo, 1976); (5) skeletal reconstruction of *A. cosgriffi*, based on Barberena (1998) e Dias & Schultz (2003). Scale bars = 5 cm (1-4); 15 cm (5).

confirmando a afinidade paleobiológica da Bacia do Paraná com outras áreas gondwânicas naquele momento da história geológica. Por outro lado, Wernerburg & Schneider (1996) e Schoch & Milner (2000) relacionam os temnospondilos da Serra do Cadeado a grupos basais à Stereospondyli, *A. cosgriffi* como um Platyposaurinae e a forma brevirostra como uma nova espécie do melossaurídeo *Konzhukovia*. O gênero *Konzhukovia* e os Platyposaurinae têm distribuição restrita ao Kazaniano-Urzumiano (Tatariano inicial) dos Cisurais (Shishkin *et al.*, 2000; Tverdokhlebov *et al.* 2005), sendo a forma brasileira *Prionosuchus plummeri*, da Bacia do Parnaíba (Price, 1948; Cox & Hutchinson, 1991), uma exceção à regra. Neste contexto, fica sugerida não somente uma idade possivelmente mais antiga para os tetrápodos da Formação Rio do Rasto, na Serra do Cadeado, mas também uma mais íntima correlação de sua fauna aquática com aquela de áreas não

gondwânicas, no caso o Leste Europeu. Uma alternativa, ao menos no caso do mais bem conhecido *A. cosgriffi*, seria um posicionamento intermediário entre os Archegosauria e os Rhinesuchidae, como proposto por Witzmann & Schoch (2006).

O dicinodonte *Endothiodon* foi um herbívoro terrestre de médio porte, registrado no sul da África (Cox, 1964; Cooper, 1982; Rubidge, 2005) e na Índia peninsular (Ray, 2000). O material procedente da Serra do Cadeado (Barberena & Araújo, 1976) constitui-se de crânio parcial e mandíbulas possivelmente associados (Fig. 6). Apesar de ser uma alternativa provável (Langer & Lavina, 2000), a afinidade deste material a tal gênero de dicinodonte não é balizada por estudos empregando métodos modernos de sistemática ou uma taxonomia atualizada do grupo. Adicionalmente, apesar de tombado na coleção de paleovertebrados do Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre, o material tem para-

deiro desconhecido. Deste modo, a confirmação da afinidade do mesmo à *Endothiodon* fica baseada unicamente em comparações com base bibliográfica, a partir da descrição e figuras disponíveis em Barberena & Araújo (1976), e o reconhecimento seguro do gênero na Serra do Cadeado condicionado à localização do material e/ou descoberta de novos espécimes. *Endothiodon* tem ocorrência supostamente restrita ao Tatariano, tanto na Formação Kundaram, Bacia Pranhita-Godavari (Ray, 2000), quanto na Bacia do Karoo, África do Sul, onde é registrado do topo da Zona-Assembléia de *Pristerognathus* à parte inferior da Zona-Assembléia de *Cistecephalus* (Rubidge, 1995), intervalo bioestratigráfico possivelmente correspondente ao andar Severodviniano no Leste Europeu (Rubidge, 2005), i.e.: Tatariano inicial (Sennikov, 1996; Tverdokhlebov *et al.* 2005). Tal distribuição fornece o mais importante dos marcos estratigráficos referentes a tetrápodes até então encontrados na Serra do Cadeado

Existem ainda incertezas quanto à posição estratigráfica da fauna de tetrápodes da Serra do Cadeado em relação àquelas da Formação Rio do Rasto no Rio Grande do Sul (faunas de Aceguá e Posto Queimado). Langer (2000), baseando-se na descoberta de dinocéfálios em Posto Queimado, correlacionou esta fauna com as Zonas-Assembléias sul-africanas de *Eodicyonodon* e *Tapinocephalus*, além das Zonas russas I e II (Comunidades de Ocher e Ishevo), fornecendo idade Kazaniano tardio à Tatariano recente. Em adição, este autor propôs uma idade mais jovem para a fauna de Aceguá, baseando-se na relação de parentesco entre *Provelosaurus americanus* e os “pareiasauros anões” sul-africanos (Lee, 1997; Cisneros *et al.*, 2005). Entretanto, a descoberta de *Provelosaurus americanus* na fauna de Posto Queimado possibilitou sua correlação direta com aquela de Aceguá, e sua coexistência com os dinocéfálios fez Malabarba *et al.* (2003) propor a relação de ambas faunas gaúchas com a Zona-Assembléia de *Tapinocephalus*, visto que tais vertebrados só ocorrem conjuntamente nesta fauna sul-africana. Em verdade, a ocorrência de *Platyposaurinae* em faunas do Leste Europeu (Sennikov, 1996; Tverdokhlebov *et al.* 2005) correlacionáveis à Zona-Assembléia de *Tapinocephalus*, reforçam este posicionamento, uma vez que tal grupo foi tentativamente registrado na fauna de Aceguá na forma de *Bageherpeton longignathus* (Dias & Barberena, 2001). A possível existência de *platyposauríneos* e *melossaurídeos* na Serra do Cadeado poderia indicar uma idade equivalente àquela das faunas gaúchas. Entretanto, ainda que incertas, as ocorrências de *Endothiodon* e *Rhinesuchidae* (veja acima)

sugerem a natureza mais tardia desta fauna. Assim, pode-se propor um ordenamento cronológico das faunas de tetrápodes da Formação Rio do Rasto no Rio Grande do Sul e Paraná, com as primeiras posicionadas no Wordiano e as da Serra do Cadeado tendo idade sugerida para o Capitaniano (Fig. 7), muito embora um mais adequado estabelecimento das relações taxonômicas de seus componentes é necessário para descartar-se definitivamente a possibilidade de sincronismo entre tais faunas.

A biota de invertebrados da Formação Rio do Rasto é relativamente rica (Fig. 5), incluindo moluscos bivalves, conchostráceos, ostrácodes, além de raros gastrópodes e insetos. Os conchostráceos são crustáceos muito pequenos, bons indicadores de ambientes continentais e provavelmente da disponibilidade de água doce. Alguns são típicos de poças d’água efêmeras de regiões semi-áridas, porém outros vivem em lagos perenes de regiões úmidas. Não existem conchostráceos na Formação Teresina, o que corrobora a hipótese de que condições realmente continentais se estabeleceram somente no início da deposição do Membro Serrinha. As assembléias de conchostráceos em afloramentos apresentam relativa coerência na sua distribuição vertical, o que facultou a proposta de zoneamentos bioestratigráficos (Rohn & Rösler, 1990; Rohn, 1994; Ferreira-Oliveira, 2007). Em raras localidades da parte superior do Membro Morro Pelado ocorre a espécie *Hemicycloleaia mitchelli*, encontrada também na Austrália e aparentemente na Rússia, sendo ainda necessário confirmar a sua identificação na África do Sul, no Zimbábue, na Índia e na Antártica. Esta espécie parece evidenciar idade wuchiapingiana. Outros táxons também sugerem intervalos do Meso ao Neopermiano. Particularmente na Serra do Cadeado foram encontrados conchostráceos em diversas posições estratigráficas. Os gêneros identificados, conforme a revisão de Ferreira-Oliveira (2007), são *Pseudestheria*, *Monoleiolphus*, *Euestheria*, *Asmussia* e *Liograptia*.

Os moluscos bivalves da Formação Rio do Rasto são bastante distintos dos táxons das unidades subjacentes, o que reforça a interpretação de que as condições ambientais se modificaram na passagem entre as formações (Rohn, 1994). Quase todos os bivalves são endêmicos, o que limita a sua utilização para interpretações dos paleoambientes e de idade. A espécie *Leinzia similis*, encontrada na parte inferior à média do Membro Serrinha, inclusive na Serra do Cadeado (Rohn, 1994), foi recentemente identificada também na Namíbia (Stollhofen *et al.*, 2000), em depósitos que poderiam ser uma extensão da Formação Rio do Rasto. Este

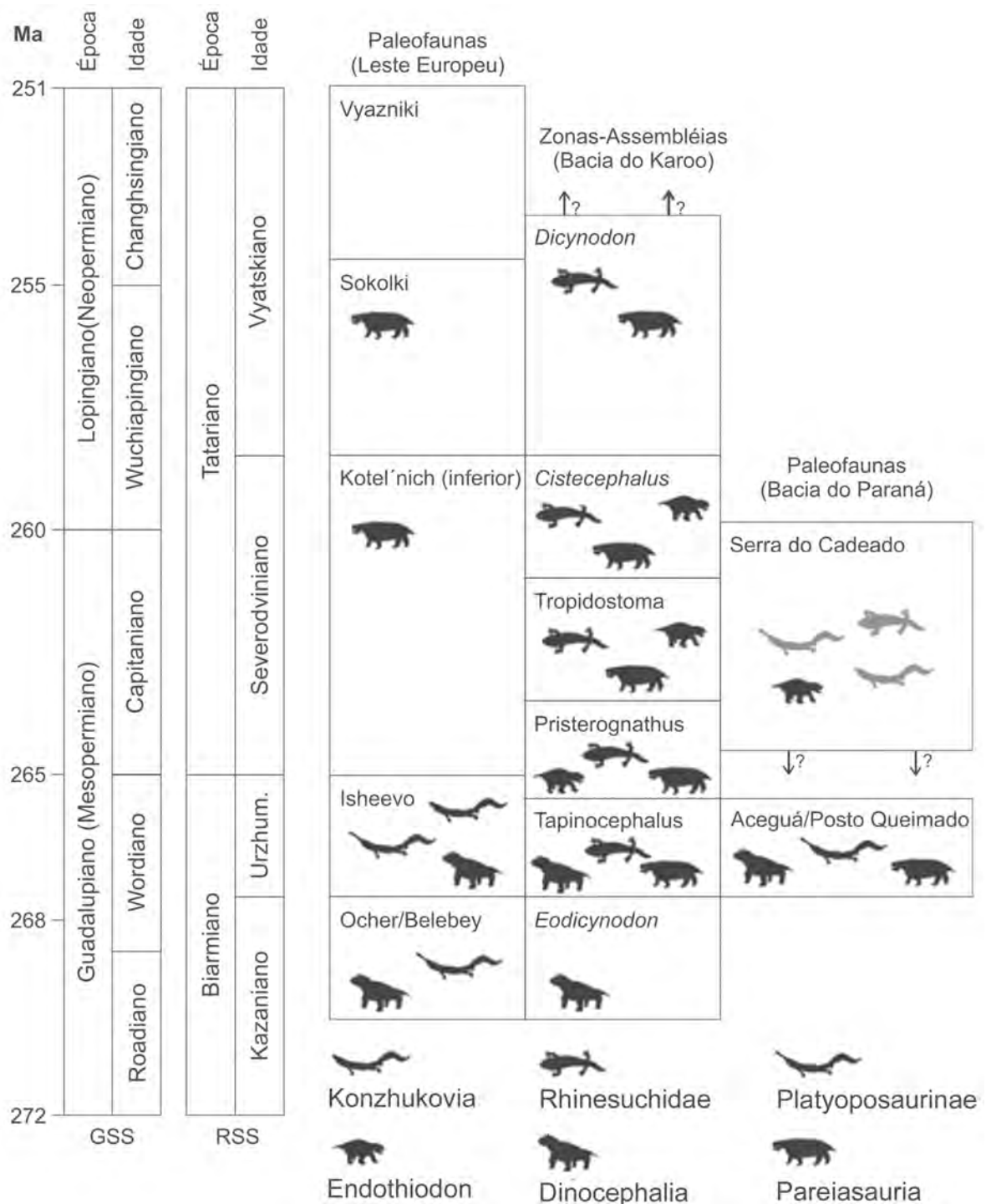


Figura 7 - Faunas de tetrápodes da Formação Rio do Rasto e correlação destas com as assembléias da Bacia do Karoo e da Plataforma Russa. Correlação entre o GSS (Global Stratigraphic Scale) e o RSS (Regional Stratigraphic Scale) do Leste Europeu baseada em Menning *et al.* (2006) e Resolutions (2006). Posicionamento das faunas cisuralianas em relação ao RSS baseado em Sennikov (1996), Golubev (2000), Modesto & Rybczynski (2004) e Tverdokhlebov *et al.* (2005). Correlação das Zonas-Assembléias do Grupo Beaufort com as faunas cisuralianas baseada em Rubidge (2005, 2007), Cisneros *et al.* (2005) e Lucas (2006). Siluetas baseadas em Cisneros *et al.* (2005): registros incertos em cinza.

Figure 7 - Tetrapod faunas of the Rio do Rasto Formation, and their correlation with fossil assemblages from the Karoo Basin and Russian Platform. Correlation between GSS (Global Stratigraphic Scale) and eastern European RSS (Regional Stratigraphic Scale) based on Menning *et al.* (2006) and Resolutions (2006). Position of the cisuralian faunas relative to the RSS based in Sennikov (1996), Golubev (2000), Modesto & Rybczynski (2004), and Tverdokhlebov *et al.* (2005). Correlation of the Beaufort Group Assemblage-Zones with the cisuralian faunas based on Rubidge (2005, 2007),

fato é muito interessante porque poucos metros acima da última ocorrência da Namíbia há cinzas vulcânicas datadas como Wordiano (Stollhofen *et al.*, 2000). Na Serra do Cadeado (Fig. 5), a maioria dos outros bivalves corresponde a espécies incertas de *Terraia* (Rohn, 1994). Em posição stratigráfica mais alta (BR 376, km 272,7; Rohn, 1994) ocorre *Palaeomutela? platinensis*, sendo este gênero um representante típico de águas continentais permiano.

Os fósseis vegetais (Fig. 5) mais abundantes da Serra do Cadeado são caules de esfenófitas do gênero *Paracalamites*, sendo que folhas deste grupo, relacionadas especialmente a *Schizoneura gondwanensis*, também foram observadas em alguns pontos (Rohn & Rösler, 1986b). A Serra do Cadeado destaca-se também por uma importante ocorrência de folhas de samambaias em localidade a leste do Morro do Mulato. A forma e a venação singular das folhas justificou a proposição da espécie *Pecopteris cadeadensis* (Rohn & Rösler, 1986c). Glossopterídeas são raras e muito mal preservadas na Serra do Cadeado, porém são os elementos mais importantes da “Flora de *Glossopteris*”, uma conhecida província florística permiana do Gondwana. No Meso e Neopermiano, as folhas glossopterídeas apresentaram dimensões gradativamente menores, como reflexo do clima cada vez mais seco no Gondwana Ocidental. De um modo geral, as assembléias de vegetais fósseis da Formação Rio do Rasto apresentam composição semelhante àquelas da África do Sul, porém com diversidade um pouco mais baixa, o que pode ser atribuído ao clima possivelmente mais seco. Nas partes mais altas da formação, os fósseis de vegetais tornam-se bastante escassos (Rohn & Rösler, 2000).

SINOPSE SOBRE A ORIGEM, EVOLUÇÃO GEOLÓGICA E IMPORTÂNCIA DO SÍTIO

A Serra do Cadeado encerra um significativo, apesar de parcial, registro das Superseqüências Gondwana I e III da Bacia do Paraná, com ênfase para a parte final na primeira (formações Rio do Rasto e Pirambóia). Esta destaca-se tanto pela presença de depósitos de topo da Formação Rio do Rasto com registro fossilífero de características únicas, especialmente no que diz respeito aos tetrápodes (Barberena *et al.*, 1980), quanto pela sugerida passagem gradacional entre esta unidade stratigráfica e a Formação Pirambóia (Riccomini *et al.*, 1984; Rohn, 1994), dita incomum nas partes mais marginais da Bacia do Paraná. Em conjunto, tais características fornecem um retrato paleobiológico ímpar do final do Paleozóico, fazendo da Serra do Cadeado uma das

mais promissoras áreas para o estudo da passagem permo-triássica em território sul-americano.

O limite Permo-Triássico, que separa o Paleozóico do Mesozóico, representa um momento chave na história geológica da Terra, em virtude das extinções e substituições bióticas ocorridas. Ao longo do Permiano, ambientes típicos do Carbonífero, relacionadas a grandes sistemas aquático-pantanosos, tornaram-se menos preponderantes, dando lugar a paisagens mais heterogêneas, semelhantes àquelas da era Mesozóica, incluindo as chamadas “terras altas” (Frederiksen, 1972). Tal mudança não se deu abruptamente, mas o gradativo predomínio de ambientes secos compuseram um “tipo-Permiano” de paisagens. Mudanças florísticas ocorreram, com a redução da abundância e diversidade das plantas hidrófilas e concomitante expansão de gimnospermas e certas “pteridospermófitas” (Behrensmeyer *et al.*, 1992). No Gondwana, este período se caracterizou pela expansão da flora de *Glossopteris*, indicativa inicialmente de ambientes mais frios (White, 1990) e posteriormente mais secos. Com relação aos tetrápodes, as mudanças faunísticas incluem a diversificação dos amniotas, com o surgimento de formas francamente herbívoras (Sues & Reisz, 1998).

As faunas de vertebrados do Permiano Inferior ainda carregavam forte relação com a produtividade dos sistemas aquáticos, apesar de comunidades francamente terrestres já existirem desde o final do Carbonífero. O Permiano tardio, entretanto, apresenta uma fauna de tetrápodes muito diferente (Olson, 1962; Anderson & Cruickshank, 1975), em grande parte relacionada à maior exploração dos ambientes terrestres. Consumidores primários como os dicinodontes, pareiazauros, certos dinocefálios e procolofonídeos se irradiaram, acompanhados do aumento na diversidade de predadores como os gorgonópsios e os arcossauros (Benton, 2003). Dentre os terápsidos, os dicinodontes foram as formas mais abundantes, representando a primeira grande radiação de herbívoros (King, 1988). Os dinocefálios por sua vez, incluíam tanto consumidores primários quanto predadores, tendo sido também importantes componentes das paleocomunidades desta época (Rubidge & Sidor, 2001). Tão complexas interações tróficas são, pela primeira vez, experimentadas pelos ecossistemas terrestres do planeta (Behrensmeyer *et al.*, 1992). Este cenário viria a alterar-se no final do Permiano, com o mais importante evento de extinção em massa do planeta (Erwin, 1994; Benton, 2003), definindo os parâmetros para a evolução da vida na era mesozóica.

Segundo Benton (1997), das 48 famílias de tetrápodes presentes nos últimos cinco milhões de anos

do Permiano, apenas doze sobreviveram à passagem para o Triássico. Entre os grupos extintos destacam-se amniotas basais como os captorrinomorfos, mileretídeos, yonguiniformes e pareiazauros, terápsidos como os gorgonópsios e os dinocefálios, além de boa parte dos temnospôndilos e dicinodontes. Adicionalmente, aproximadamente 95% das espécies (correspondendo a 57% das famílias) de invertebrados marinhos também sucumbiram. Explicações gradualistas sugerem que a união das massas continentais formando o Pangea, resultaria numa diminuição na quantidade de áreas oceânicas baixas (plataformais) levando à extinção de formas marinhas, ao passo que um aumento na aridez continental, relacionado a esta nova configuração geográfica (Langer & Lavina, 2000), teria acarretado na extinção dos grupos terrestres. Hipóteses catastrofistas tendem a explicar tal extinção em função de atividades vulcânicas, visto os massivos volumes de lava basáltica despejados por volta do limite Permo-Triássico em região que hoje corresponde à parte central da Sibéria (Renne *et al.*, 1995). Tais atividades teriam liberado enormes quantidades de CO₂ e SO₂ na atmosfera, causando chuvas ácidas, mudanças na temperatura (colapsando o padrão de circulação oceânica) e na concentração de oxigênio (produzindo níveis tóxicos de dióxido de carbono na água), resultando na tão conhecida extinção em massa (Benton, 2003).

Na Bacia do Paraná pode-se observar, em um contexto particular, os reflexos das modificações ambientais relacionadas à formação do Pangea. O Permiano se inicia com um grande mar interior cobrindo praticamente toda a bacia. Devido a sua limitada conexão com o oceano, tal corpo d'água teria sua evolução intimamente ligada ao clima (Lavina, 1991), que se tornava cada vez mais árido. Na época de deposição dos sedimentos do Membro Morro Pelado, um ambiente francamente continental, incluindo depósitos de origem eólica, já teria se instalado na bacia, tendo o antigo mar interior dado lugar a corpos fluviais e lacustres de menor dimensão (Lavina, 1991; Rohn, 1994). Haveria, entretanto, ainda disponibilidade de água para sustentar abundante vida animal e vegetal, como indicado pelos fósseis da Serra do Cadeado. O limite Permo-Triássico em si, deve estar inserido na porção mais recente da Superseqüência Gondwana I (Milani, 2004), seja nos estratos de topo do Membro Morro Pelado (Vieira, 1973; Riccomini *et al.*, 1984; Daemon *et al.*, 1991), apesar de não haver registro de tetrápodes do Neopermiano mais tardio ou do Eotriássico, seja nos depósitos mais recentes da Formação Pirambóia. Neste contexto, por mais que as relações estratigráficas entre tais unidades estratigráficas

continuem discutíveis, o proposto contato transicional entre elas na Serra do Cadeado (Riccomini *et al.*, 1984) evidencia a significância desta região para a investigação do limite Permo-Triássico na Bacia do Paraná.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

As localidades fossilíferas da Serra do Cadeado abordadas nesse artigo estão em estado satisfatório de conservação, permitindo estudos sedimentológico-estratigráficos, coletas de fósseis e de amostras de rochas. No entanto, a localização às margens de duas importantes vias do norte do Paraná, i.e.: BR 376 e da ferrovia EFCP, não confere qualquer tipo de proteção às mesmas. Em sua maioria, os afloramentos se dispõem verticalmente em cortes artificiais com pouca vegetação, de face voltada para as vias, estando expostos a riscos de degradação pela ação erosiva, intensificada pelo tráfego de veículos pesados, e mesmo pelos procedimentos de manutenção por parte das concessionárias. Além disso, alguns afloramentos se localizam em áreas particulares, estando sujeitos à alteração pela ação antrópica ou completa obliteração resultante da construção de edificações.

Medidas formais de proteção/conservação das áreas aqui congregadas em Sítio Paleontológico são inexistentes, o que pode acarretar na degradação do importante patrimônio natural da região. Falta, outrossim, uma legislação mais específica sobre a proteção de depósitos fossilíferos, nos moldes da que há para monumentos arqueológicos e pré-históricos (i.e. Lei Federal n. 3924, de 26 de julho de 1961), o que poderia gerar automática salvaguarda para tal patrimônio, junto aos proprietários (estatais e/ou privados) das áreas que encerram o mesmo. Da mesma forma, a disposição geográfica e características das localidades em questão inviabilizam a criação de uma unidade de conservação contínua. Assim, o estabelecimento de quaisquer mecanismos alternativos que permitam proteger tais localidades deve envolver uma cogente articulação, possivelmente sob chancela governamental, entre as empresas concessionárias das vias de transporte, os proprietários das áreas onde ocorrem alguns afloramentos, a iniciativa privada local, bem como sua população, e os grupos de pesquisa que atuam mais ativamente na Serra do Cadeado. Às primeiras, deve caber o papel de fiscalizar o uso de terrenos marginais, no sentido de impedir a degradação dos pontos de ocorrência de fósseis; aos proprietários, colaborar com a preservação através da restrição ao uso das áreas fossilíferas aflorantes; à população, uma vez infor-

mada e conscientizada, zelar pela conservação das localidades; e aos cientistas, atuar como divulgadores da pesquisa científica, fornecendo subsídios para que os demais desempenhem seu papel. Uma dificuldade significativa, entretanto, reside na ação fiscalizadora das empresas concessionárias das vias citadas acima, em razão da falta de um mediador que confira um caráter oficial a esta atividade. Como solução, órgãos públicos responsáveis pelo patrimônio natural e/ou cultural do país (e.g. DNPM, IPHAN, IBAMA) poderiam ter uma atuação mais ativa nesse processo.

No que diz respeito à iniciativa privada local, dentre as diversas campanhas dos autores à região da Serra do Cadeado para coleta de fósseis, houve a oportunidade de se conhecer algumas estâncias turísticas existentes na área, que recebem número expressivo de visitantes ao longo do ano. Algumas delas já efetivamente constituem RPPNs (Reservas Privadas do Patrimônio Natural), ou se encontram em processo de se estabelecerem como tal. Como parte das atribuições legais desse tipo de unidade de conservação (ver Decreto Federal n. 5.746, de 5 de abril de 2006, art. 14), ações de educação ambiental poderiam ser implementadas, com o objetivo de informar sobre a existência do patrimônio paleontológico na região e a importância de sua preservação. Ao menos um proprietário na área de Mauá da Serra já se mostrou simpático a essa proposta. Além disso, dois aspectos favorecem a utilização deste tipo de ecoturismo como veículo de proteção: o fato de que parte do público visitante das RPPNs constitui-se de estudantes, e o apelo popular dos fósseis em geral, freqüentemente visto como uma riqueza cultural a ser preservada. Neste contexto, cabe frisar que o acesso aos afloramentos em questão, se devidamente monitorados, viria mais fomentar a preservação que intensificar a degradação dos mesmos. Outrossim, a conscientização dos habitantes acerca da história geológica de uma região tende, de forma sinérgica, a facilitar os trabalhos de pesquisa paleontológica. Novas visitas de nosso grupo de pesquisa à área poderão ampliar os contatos já estabelecidos, tanto com proprietários de estâncias, quanto com as empresas concessionárias, a fim de promover as ações aqui descritas.

REFERENCIAS

- Almeida, F.F.M. 1980. Tectônica da Bacia do Paraná o Brasil. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Relatório. 14091.
- Anderson, J.M.; Cruickshank, A.R.I. 1978. The biogeography of the Permian and the Triassic: A review of the classification and distribution of Permo-triassic tetrapods. *Palaeontologica Africana*, 21: 15-44.
- Assine, M.L.; Piranha, J.M.; Carneiro, C.D.R. 2004. Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: Mantesso Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.R.; Brito Neves, B.B. (org.). *O Desvendar de um Continente: a Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio de Almeida*. Beca. São Paulo: SBG. p. 77-90.
- Barberena, M.C. 1998. *Australepeton cosgriffi* n. g., n. sp., a Late Permian Rhinesuchoid amphibian from Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70(1): 125-137.
- Barberena, M.C.; Araújo, D.C. 1976. Tetrapodos fósseis de Sudamerica y Deriva Continental, In: *Congresso Argentino de Paleontologia e Bioestratigrafia*, Tucumán, 1: 497 – 504..
- Barberena, M.C.; Araújo, D.C.; Lavina, E. L. 1985. Late Permian and Triassic tetrapods of Southern Brazil. *National Geographic Research*, 1: 5-20.
- Barberena, M.C.; Correia, N.R.; Aumond, J. 1980. Contribuição à estratigrafia e bioestratigrafia do Grupo Passa Dois na Serra do Cadeado (Nordeste do Paraná, Brasil). *Revista Brasileira de Geociências*, 10(4): 208-275.
- Barberena, M.C.; Daemon, R.F. 1974. A primeira ocorrência de Amphibia (Labirintodontia) na Formação Rio do Rasto. Implicações geocronológicas e estratigráficas. In: *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*. 2: 251-261.
- Barberena, M.C.; Dias, E.V. 1998. On the presence of a short-snouted Rhinesuchoid amphibian in the Rio do Rasto Formation (Late Permiano of Paraná Basin, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70(1): 465-468.
- Behrensmeyer, A.K.; Damuth, J.D.; Dimichele, W.A.; Potts, R.; Sues, H.D.; Wing, S.L. (eds.). 1992. Paleozoic terrestrial ecosystems, p. 205-326. In: *Terrestrial ecosystems through time*. The University of Chicago Press. Chicago
- Benton, M.J. 1997. The evolution of early amniotes. In: *Vertebrate Palaeontology*. Thompson Science. Londres. p. 103 – 132.
- Benton, M.J. 2003. *When life nearly died: The greatest mass extinction of all time*. Thames & Hudson. London. 336p.
- Cazzulo-Klepzig, M.; Reis Correia, N. 1981. Contribuição ao estudo da taoflora permiana do membro Morro Serrinha na Serra do Cadeado, Estado do Paraná, Brasil. In: *Anais Congresso Latino-Americano de Paleontologia*, Porto Alegre, 2: 233-247.
- Cisneros, J.C., Abdala, F.; Malabarba, M.C. 2005. Pareiasurids from Rio do Rasto Formation, southern Brazil: Biostratigraphic implications for Permian faunas of the Paraná Basin. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 8 (1):13-24.
- Cooper, M.R. 1982. A Mid-Permian to earliest Jurassic tetrapod biostratigraphy and its significance. *Arnoldia Zimbabwe*, 9, 77-103.
- Cox, C.B. 1964. On the palate, dentition, and classification of the fossil Reptile *Endontiodon* and related genera. *American Museum Novitates*, 2171: 1-25.
- Cox, C.B.; Hutchinson, P. 1991. Fishes and amphibians from the Late Permian Pedra do Fogo Formation oh northern of Brazil. *Paleontology*, 34: 561-573.

- Daemon, R.F.; Casaletti, P.; Ciguel, J.H.G. 1991. Biopaleogeografia da Bacia do Paraná. PETROBRÁS. Relatório Interno. Curitiba.
- Dias, E.V.; Barberena, M.C. 2001. A temnospondyl amphibian from the Rio do Rasto Formation, Upper Permian of Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 73(1):135-143.
- Dias, E.V.; Richter, M. 2002. On the squamation of *Australerpeton cosgriffi* Barberena, a temnospondyl amphibian from the Upper Permian of Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 74(3): 477-490.
- Dias, E.V.; Schultz, C.L. 2003. The first Paleozoic Temnospondyl postcranial skeleton from South America. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 6: 29 - 42.
- Erwin, D.H. 1994. The Permo-Triassic extinction. *Nature*, 367: 231-236.
- Ferreira-Oliveira, L.G. 2007. Conchostráceos permianos da Bacia do Paraná: taxonomia, evolução, bioestratigrafia e paleobiogeografia. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP- Rio Claro.
- Frederiksen, N.O. 1972. The rise of mesophytic flora. *Geoscience and Man*, 4: 17-28.
- Gama Jr., E. 1979. A sedimentação do Grupo Passa Dois (Exclusiva Formação Irati): um modelo morfológico. *Revista Brasileira de Geociências*, 9(1): 1-16.
- Gama Jr., E.; Bandeira Jr., A.N.; França, A.B. 1982. Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozóicas na parte central da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, 12(4): 578-589.
- Golubev, V.K. 2000. The faunal assemblage of Permian terrestrial vertebrates from Eastern Europe. *Paleontological Journal*, 34: 211-224.
- Gordon Jr., M. 1947. Classificação das formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares e Estudos*, DNPM/DGM. 38: 1-20.
- Kroeff, T. 2006. Estado da Arte sobre os Temnospondílios da Bacia do Paraná (Brasil). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre.
- Langer, M.C. 2000. The first record of dinocephalians in South America. Late Permian (Rio do Rasto Formation) of the Paraná basin, Brazil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 215: 69-95.
- Langer, M.C.; Lavina, E.L. 2000. Os amniotas do Neopermiano e Eotriássico da Bacia do Paraná – Répteis e “Répteis Mamiliformes”. In: Holz, M.; De Ros, L.F. (eds.). *Paleontologia do Rio Grande do Sul*. UFRGS. Porto Alegre. p. 210-235
- Langer, M.C.; Ribeiro, A.M.; Schultz, C.L.; Ferigolo, J. 2007. The continental tetrapod-bearing Triassic of South Brazil. *Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History and Science*, 41: 201-218.
- Lavina, E.L. 1991. Geologia sedimentar e paleogeografia do Neopermiano e Eotriássico (Intervalo Kazaniano-Scythiano) da Bacia do Paraná. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 333 p.
- Lee, M.S.Y. 1997. A taxonomic revision of paraiasaurian reptiles: implications for Permian terrestrial ecology. *Modern Geology*, 21: 231-298.
- Leonardi, G.; Oliveira, F.H. 1990. A revision of the Triassic and Jurassic tetrapod footprints of Argentina and a new approach on the age and meaning of the Botucatu Formation footprints (Brazil). *Revista Brasileira de Geociências*, 20(1-4):216-229.
- Lucas, S.G. 2006. Global Permian tetrapod biostratigraphy and biochronology. In: Lucas, S.G.; Cassinis, G.; Schneider, J.W. (Gors.). *Non-Marine Permian Biostratigraphy and Biochronology*. Geological Society, London, Special Publications, 265: 65-93.
- Malabarba, M.C., Abdala, F.; Weiss, F., Perez, P.A. 2003. New data on the Permian fauna of Posto queimado, Rio do Rasto Formation, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 6: 49-54.
- Marques, L.S.; Ernesto, M. 2004. O magmatismo toleítico da Bacia do Paraná. In: Mantesso Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.R.; Brito Neves, B.B. (Org.). *O Desvendar de um Continente: a Moderna Geologia da América do Sul e o Legado da Obra de Fernando Flávio de Almeida*. Beca. São Paulo: SBG. p. 245-263.
- Meghioratti T. 2006. Estratigrafia de seqüências das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (Permiano, Bacia do Paraná) na porção nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 133 p.
- Mendes, J.C. 1984. Sobre os paleoambientes deposicionais do Grupo Passa Dois. *Revista do Instituto de Geociências*, 5(1/2): 15-24.
- Menning, M.; Alekseev, A.S.; Chuvashov, B.I.; Davydov, V.I.; Devuyt, F.X.; Forke, H.C.; Grunt, T.A.; Hance, L.; Heckel, P.H.; Izokh, N.G.; Jin, Y.-G.; Jones, P.J.; Kotlyar, G.V.; Kozur, H.W.; Nemyrovska, T.I.; Schneider, J.W.; Wang, X.-D.; Weddige, K.; Weyer, D.; Work, D.M. 2006. Global time scale and regional stratigraphic reference scales of Central and West Europe, East Europe, Tethys, South China, and North America as used in the Devonian-Carboniferous-Permian. Correlation Chart 2003 (DCP 2003). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 240: 318-372
- Milani, E.J. 2000. Geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul ocidental e a evolução geológica da Bacia do Paraná. In: Holz, M.; De Ros, L.F. (eds.). *Geologia do Rio Grande do Sul*. UFRGS. Porto Alegre. p. 275 - 302
- Milani, E.J. 2004. Comentários sobre a origem e evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.; R.; Brito-Neves, B.B. (eds.). *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca. São Paulo: SBG. p. 265 - 279.
- MINEROPAR, 2008. Página da MINEROPAR (Minerais do Paraná) <http://www.mineropar.pr.gov.br>, acessado em Julho de 2008.

- Modesto, S.P.; Rybczynski, N. 2000. The amniote faunas of the Russian Permian, implications for Late Permian terrestrial vertebrate biogeography. In: Benton, M.J.; Kurochkin, E.N.; Shishkin, M.A.; Unwin, D.M. (Org.). *The age of dinosaurs in Russia and Mongolia*. Cambridge University Press, New York, EUA. p. 17-34.
- Olson, E.C. 1962. Late Permian terrestrial vertebrates, U.S.A. and U.R.S.S. *Transactions of the American Philosophical Society*, 52 (2): 1-224.
- Price, L.I. 1948. Um anfíbio labirintodonte da Formação Pedra do Fogo, estado do Maranhão. *Boletim divisão de geologia e mineralogia, Departamento Nacional de Produção Nacional*, 124: 1-32.
- Ray, S. 2000. Endothiodont dicynodonts from the Late Permian Kundaram Formation, India. *Palaeontology*, 43(2): 375-404.
- Renne, P.R.; Zwiang, Z.; Richards, M.A.; Black, M.T.; Basu, A.R. 1995. Synchrony and relation between Permian-Triassic boundary crises and Siberian flood volcanism. *Science*, 269: 1413-1416.
- Resolutions, 2006. *Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee of Russia*. São Petersburgo, 36:14-16 (em russo).
- Riccomini, C.; Filho, A.G.; de Almeida, F.F.M. 1984. Considerações sobre a estratigrafia do Permo-Triássico na região da Serra do Cadeado, Paraná. In: *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia*, p. 754 - 764.
- Rohn, R. 1988. Bioestratigrafia e paleoambientes da Formação Rio do Rasto na borda leste da Bacia do Paraná (Permiano Superior, Estado do Paraná). Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo, 331p.
- Rohn, R. 1994. Evolução ambiental da Bacia do Paraná durante o Neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo. São Paulo. 251 p.
- Rohn, R. 2007. The Passa Dois Group (Paraná Basin, Permian): investigations in progress. In: *Workshop - Problems in the Western Gondwana Geology, South America-Africa correlations: Du Toit revisited*. Gramado, 2007. Extended Abstracts... Porto Alegre, UFRGS, Petrobras. 1: 151-157.
- Rohn, R.; Assine, M.L.; Meghioratti, T. 2005. A new insight on the Late Permian environmental changes in the Paraná Basin, South Brazil. In: *Gondwana 12*, Mendoza, 2005. Abstracts ..., Academia Nacional de Ciencias, p. 316.
- Rohn, R.; Rösler, O. 1986a. *Schizoneura gondwanensis* Feistmantel da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) no Estado do Paraná e no norte do Estado de Santa Catarina. *Boletim do Instituto de Geociências/USP*, São Paulo, 17: 27-37.
- Rohn, R.; Rösler, O. 1986b. Caules de Sphenophyta da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). *Boletim do Instituto de Geociências/USP*, São Paulo, 17: 39-56.
- Rohn, R.; Rösler, O. 1986c. Pteridófilas pectopteróides da Formação Rio do Rasto no Estado do Paraná e da Formação Estrada Nova no Estado de São Paulo (Bacia do Paraná, Permiano Superior). *Boletim do Instituto de Geociências/USP*, 17: 57-76.
- Rohn, R.; Rösler, O. 1990. Conchostráceos da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior): bioestratigrafia e implicações paleoambientais. *Revista Brasileira de Geociências*, 19(4): 486-493.
- Rohn, R.; Rösler, O. 2000. Middle to Upper Permian phytostратigraphy of the Eastern Paraná Basin. *Revista da Universidade de Guarulhos*, 5: 69-73.
- Rubidge, B.S. (ed.), 1995. Bioestratigraphy of the Beaufort Group (Karoo Supergroup). *South African Committee for Stratigraphy. Biostratigraphic Series No. 1*. 46 pp.
- Rubidge, B.S. 2005. Re-uniting lost continents – Fossil reptiles from the ancient Karoo and their wanderlust *South African Journal of Geology*. 108: 135-172.
- Rubidge, B.S. 2007. Karoo tetrapod biostratigraphy: Relevance to understanding gondwanan development. In: *Workshop - Problems in the Western Gondwana Geology, South America-Africa correlations: Du Toit revisited*. Gramado, 2007. Extended Abstracts... Porto Alegre, UFRGS, Petrobras. 1: 155-167.
- Rubidge, B.S.; Sidor, C.A. 2001. Evolutionary patterns among Permo-Triassic therapsids. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 32: 449-480.
- Santos, R.V.; Sousa, P.A.; Alvarenga, C.J.S.; Dantas, E.L.; Pimentel, M.M.; Oliveira, C.G.; Araújo, L.M. 2006. Shrimp U Pb zircon dating and palynology of bentonitic layers from the Permian Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. *Gondwana Research*, 9: 456-463.
- Scherer, C.M.S. 2000. Eolian dunes of the Botucatu Formation (Cretaceous) in Southernmost Brazil: morphology and origin. *Sedimentary Geology*. 137: 63-84.
- Schneider, R.L.; Muhlmann, H.; Tommasi, R.; Medeiros, R.A.; Daemon, R.F.; Nogueira, A.A. 1974. In: *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*. 1: 41-65.
- Schoch, R.R.; Milner, A.R. 2000. Stereospondyli, Stem-Stereospondyli, Rhinesuchidae, Rhitidostea, Trematosauroida, Capitosauroida. In: *Handbuch der Paläoherpetologie (Encyclopedia of Paleoherpétology)*. Part 3 b.
- Sennikov, A.G., 1996. Evolution of the Permian and Triassic tetrapod communities of Eastern Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 120: 331-351.
- Shishkin, M.A., Novikov, I.V., Gubin, Yu.M., 2000. Permian and Triassic temnospondyls from Russia. In: Benton, M.J.; Shishkin, M.A.; Unwin, D.M.; Kurochkin, E.N. (eds.). *The Age of Dinosaurs in Russia and Mongolia*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, p. 35-59.
- Soares, P.C., 1975. Divisão estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, 5: 251-267.
- Stollhofen, H.; Stanistreet, I.G.; Rohn, R.; Holzforster, F.; Wanke, A. 2000. The Gai-As Lake System, Northern Namibia And Brazil.. In: Gierlowski-Kordesch, E.H.; Kelts, K.R. (org.). *Lake basins through space and time*. Tulsa: AAPG. p. 87-108.

- Strugale, M.; Rostirolla, S.P.; Bartoszeck, M.K.; Mancini, F. 2003. Deformação Penecontemporânea na Formação Rio do Rasto (Permiano Superior a Triássico Inferior da Bacia do Paraná) na Serra do Cadeado, Estado do Paraná. In: Simpósio Brasileiro de Estudos Tectônicos, 2003, Armazém dos Buzios - RJ. Boletim de Resumos. 1: 371-374.
- Sues, H.D.; Reisz, R.R. 1998. Origins and early evolution of herbivory in tetrapods. *Trends in Ecology and Evolution*, 13(4): 141-145.
- Tverdokhlebov, V.P., Tverdokhlebova, G.I., Minikh, A.V., Surkov, M.V., Benton, M.J. 2005. Upper Permian vertebrates and their sedimentological context in the South Urals, Rússia. *Earth-Science Reviews*. 69: 27-77.
- Vieira, A.J. 1973. Geologia do centro e nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo. In: *Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Geologia*, 3: 259-277.
- Wernerburg, R.; Schneider, J. 1996. The Permian temnospondyl amphibians of India. In: Milner, A.R. Studies on Carboniferous and Permian vertebrates. *Special papers in Paleontology*, 52: 105-128.
- White, M.E. 1990. *The flowering of Gondwana*. Princeton University Press. New Jersey. 256 p.
- Witzmann, F.; Schoch, R.R. 2006. The postcranium of *Archegosaurus decheni* and a phylogenetic analysis of temnospondyl postcrania. *Palaeontology*. 49(6): 1211-1235.
- Zalán, P.V.; Astofi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.T.; Conceição, J.C.N.; Neto, E.V.; Marques, A. 1990. The Paraná Basin, Brazil. In: Leighton, M.W.; Kolata, D.R.; Oltz, D.F.; Eidel, J.J. (eds). *Interior cratonic basins*. Tulsa, American Association of Petroleum Geologists, AAPG Memoir 51, p. 681-708.

Max Cardoso Langer - mclanger@ffclrp.usp.br

Estevan Eltink - estevaneltink@yahoo.com.br

Jonathas de Souza Bittencour - jonathas@pg.ffclrp.usp.br

¹ Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia. Avenida Bandeirantes 3900; CEP 14040-901; Monte Alegre USP-Ribeirão Preto/SP-

Rosemarie Rohn - rohn@rc.unesp.br

² Instituto de Geociências - UNESP -

■ Trabalho divulgado no site da SIGEP <<http://www.unb.br/ig/sigep>> em 04/08/2008.



MAX CARDOSO LANGER

Bacharel em Ecologia pela Universidade Estadual Paulista, *campus* de Rio Claro (1994), mestre em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1996) e PhD pela University of Bristol (2001). Atualmente é professor doutor do Departamento de Biologia, Universidade de São Paulo, *campus* de Ribeirão Preto; membro votante da *Subcommission on Triassic Stratigraphy*; membro do Conselho Editorial da Revista Brasileira de Paleontologia; Presidente no Núcleo São Paulo da Sociedade Brasileira de Paleontologia; e membro regular da *Society of Vertebrate Paleontology*. Tem experiência na área de Paleozoologia, atuando principalmente no estudo da evolução de tetrápodes fósseis, com descrição de várias novas espécies.



ESTEVAN ELTINK

Bacharel e Licenciado em Biologia pela Universidade Estadual de Londrina (2006), atualmente é aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP. Concentra seus estudos na descrição de vertebrados fósseis do Permiano, especialmente os materiais provenientes da Serra do Cadeado, como o anfíbio temnospondílo *Australerpeton cosgriffi*, enfatizando os aspectos bioestratigráficos e paleoambientais inerentes a tais materiais. Possui ampla experiência na prospecção e coleta de fósseis na Serra do Cadeado.



JONATHAS DE SOUZA BITTENCOURT

Bacharel em Biologia pela USP de Ribeirão Preto (2001), e mestre em Zoologia pela UFRJ (Museu Nacional, 2004), concentra seus estudos na evolução de répteis fósseis, com aplicação de métodos filogenéticos comparativos e ferramentas de análise cladística. Colabora com as pesquisas coordenadas pelo Prof. Max Langer na Serra do Cadeado, tendo participado de diversas expedições para coleta de material fóssil. Têm experiência no ensino superior em Paleontologia, e, desde 2006, é aluno de doutoramento do Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada da Universidade de São Paulo, *campus* de Ribeirão Preto.



ROSEMARIE ROHN DAVIES

Graduada em Geologia pela Universidade de São Paulo (1982), mestre em Geociências (Geologia Sedimentar) pela Universidade de São Paulo (1988) e doutora em Geociências (Geologia Sedimentar) pela Universidade de São Paulo (1994). Atualmente é professora assistente doutora da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Paleontologia Estratigráfica, atuando principalmente nos seguintes temas: Paleobotânica, Paleontologia de Invertebrados (principalmente conchostráceos) e Estratigrafia de superfície e subsuperfície, especialmente do Permiano da Bacia do Paraná, iniciando sua atuação também no Permiano da Bacia do Parnaíba.