

CIÊNCIA

AMBIENTE



JANEIRO/JUNHO DE 1995

10

SÍTIOS PALEONTOLÓGICOS
NO RIO GRANDE DO SUL

JANEIRO/JUNHO DE 1995



SÍTIOS PALEONTOLÓGICOS
NO RIO GRANDE DO SUL

3 EDITORIAL

5 PRÓXIMA EDIÇÃO

ARTIGOS

- 7 OS RÉPTEIS FÓSSEIS DA REGIÃO DE SANTA MARIA**
Cesar L. Schultz

- 27 MESOSSAUROS: PEQUENOS RÉPTEIS AQUÁTICOS DA AMÉRICA DO SUL E ÁFRICA**

*Lilian de L. Timm
Marina B. Soares
Dina C. Araújo-Barberena*

- 39 MUDANÇAS FLORÍSTICAS DURANTE O TRIÁSSICO:
O GONDWANA NO RIO GRANDE DO SUL**
Robson Tadeu Bolzon

- 49 AS "FLORESTAS PETRIFICADAS" DA REGIÃO DE SANTA MARIA: HISTÓRICO, LEGISLAÇÃO E DESTINAÇÃO**
Luiz Fernando Minello

- 63 AS PALEOFLORAS DE CAMADAS ASSOCIADAS A CARVÕES NO RIO GRANDE DO SUL**
Margot Guerra Sommer

- 79 INFERÊNCIAS PALEOCLIMÁTICAS EM ANÉIS DE CRESCIMENTO**
*Laureen Sally da Rosa Alves
José Newton Cardoso Marchiori*

OPINIÃO

- 91 O ECOTURISMO NA REGIÃO CENTRAL GAÚCHA**
Abdon Barreto Filho

97 INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO

99 INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN

**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA MARIA**

*Editora UFSM
Curso de Engenharia Florestal*

**UNIVERSIDADE REGIONAL
DO NOROESTE DO ESTADO DO
RIO GRANDE DO SUL**

Editora UNIJUÍ

REITOR DA UFSM

Odilon Antonio Marcuzzo do Canto

REITOR DA UNIJUÍ

Valter Frantz

EDITORES

*Delmar Antonio Bressan
José Newton Cardoso Marchiori*

CONSELHO EDITORIAL

*Miguel Antônio Durló
Ronai Pires da Rocha
Ronaldo Mota
Severo Ilha Neto*

ANÁLISE E REVISÃO DE TEXTO

Zília Mara Pastorello Scarpari

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Valter Noal Filho

EDITORAÇÃO

Simone Portella Fernandes

ILUSTRAÇÃO DA CAPA

André Petry de Abreu

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Editora Pallotti

ENDEREÇOS

Ciência & Ambiente

Editora da UFSM

*Prédio da Biblioteca Central, conj. 203
Campus Universitário - Camobi - 97119-900
Santa Maria - Rio Grande do Sul - Brasil
Fone: (055)226.1616 ramal 2126
Fax: (055)226.1975
Correio Eletrônico: editora@brufsm*

Curso de Engenharia Florestal

*Campus Universitário - Camobi - 97119-900
Santa Maria - Rio Grande do Sul - Brasil*

Livraria Unijuí Editora

*Rua do Comércio, 1364
Caixa Postal 675 - 98700-000
Ijuí - Rio Grande do Sul - Brasil
Fone: (055)332.3900 - Fax: (055)332.3717*



Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.

Editora da UF M, Coordenação do Curso de Engenharia Florestal e Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - Vol. 1, n.1(jul. 1990)- .- Santa Maria :

Semestral

CDD:605 CDU:6(05)

Ficha Elaborada por Marlene M. Elbert, CRB 10/951

CURSO DE

**ENGENHARIA
FLORESTAL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA MARIA**

editora



ufsm

Editora UNIJUÍ



EDITORIAL

O Rio Grande do Sul conta com um riquíssimo acervo paleontológico, quase desconhecido fora do meio acadêmico. Basta ver o caso da região de Santa Maria e sua merecida fama no mundo da Paleontologia, plenamente justificada pela presença de troncos petrificados, de grandes répteis do Triássico e da Flora Dicroidium. Contudo, não há correspondência entre o

valor do patrimônio fóssilífero e as iniciativas do poder público e de setores empresariais com vistas à proteção e ao uso turístico não predatório destas áreas.

Os registros sobre madeiras fósseis no território sul-rio-grandense remontam a meados do século XIX, época em que o Estado começou a ser percorrido por eminentes naturalistas como Friedrich Sellow, Arsène Isabelle e Robert Avé-Lallemant.

Já na segunda metade do século passado, a divulgação de achados fósseis motivava a realização de expedições científicas como as organizadas pela Universidade de Harvard e pelo Museu de Estocolmo.

Em igual medida, os répteis triássicos encontrado na região foram alvo de estudos detalhados levados a efeito no início deste século por Friedrich von Huene da Universidade de Tübingen, Alemanha.

De suas expedições resultou a obra clássica "Die Fossilen Reptilien des Südamerikanische Gondwanalandes", publicada em partes entre 1935 e 1942, e posteriormente traduzida para o português por Carlos Burger Júnior.

Em termos locais, merecem idêntico destaque as importantes contribuições de Romeu Beltrão, publicadas no Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal de Santa Maria, na década de 60.

No entanto, este conjunto de expedições e publicações não permite configurar um plano sistemático de estudos sobre questão de tamanha relevância, o que ocorrerá com a constituição do Curso de Pós-Graduação em Geociências na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde se consolidam linhas de pesquisa destinadas à investigação de fósseis vegetais e animais.

Deste modo, a retomada do tema pela revista

Ciência & Ambiente revela ao menos duas intenções:

contribuir para o resgate de uma antiga dívida da Universidade Federal de Santa Maria para com a sua região de influência e reconhecer o significado da Paleontologia para a compreensão das mudanças nas condições de vida na Terra ao longo das eras geológicas, considerando, inclusive, as possíveis influências destas transformações no desenvolvimento da civilização moderna.



PRÓXIMA
EDIÇÃO

*A próxima edição de **Ciência & Ambiente** terá como tema os **Areais do Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Com isso, a revista pretende abrir espaço para um assunto tão polêmico quanto determinante.*

Com a palavra os pesquisadores empenhados em desvendar as razões do surgimento e da expansão dos areais e em propor alternativas eficazes para conter um processo que acaba por inutilizar preciosas frações do território sul-rio-grandense.

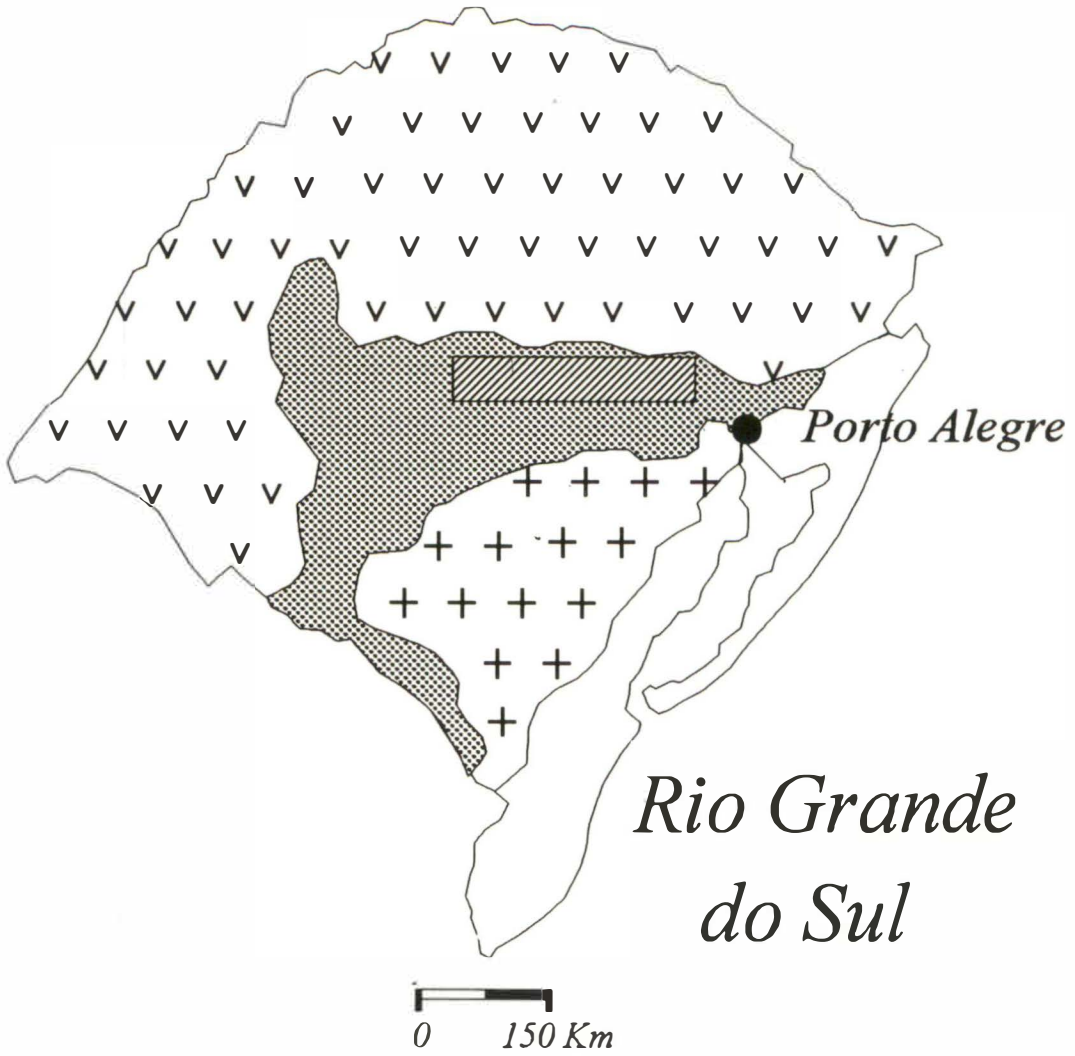
OS RÉPTEIS FÓSSEIS DA REGIÃO DE SANTA MARIA

Cesar L. Schultz

A presença, no subsolo da região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, de uma das mais ricas ocorrências de fósseis do mundo, datada de 200 milhões de anos, representa a materialização de uma parte da história da vida na Terra que, por rara e feliz coincidência de circunstâncias, ali ficou preservada. Nesta trajetória, que começou há 3,5 bilhões de anos, o tempo de existência do homem corresponde a uma fração infinitamente pequena (cerca de 100 mil anos); trata-se, portanto, de um personagem que apareceu apenas na última linha da última página de um livro que ainda está sendo escrito. Proteger o patrimônio fossilífero significa, então, atribuir valor às formas de vida que vieram antes de nós e que, de algum modo, exerceram influência sobre a nossa própria existência.

A maioria das pessoas já teve a oportunidade de ver, em revistas, cinema ou televisão, cenas que retratam a vida selvagem na África. Invariavelmente, são mostradas imagens de rebanhos de zebras, gnus, gazelas e outros herbívoros, os quais, quando se aproximam dos pequenos lagos que existem na ampla planície para beber água, são perseguidos (e alguns devorados) por leões, leopardos, hienas e outros carnívoros. Se, entretanto, pudéssemos recuar no tempo cerca de 200 milhões de anos e fôssemos à região que hoje se situa entre os municípios de Candelária e Mata (Figura 1), no Rio Grande do Sul, veríamos uma cena muito parecida: numa vasta planície quente e seca, de solo vermelho, rebanhos de herbívoros se aproximando dos pequenos lagos para saciar a sede e sendo perseguidos pelos carnívoros. A diferença básica entre a cena atual e a do passado é que, na primeira, os personagens são todos mamíferos, enquanto que, na segunda, eram répteis. No lugar de zebras, gnus e gazelas, tínhamos rincossauros, dicinodontes e cinodontes herbívoros e, ao invés de leões, leopardos e outros, ficavam à espera de suas vítimas os tecodontes e cinodontes carnívoros, ambos predadores tão ou mais terríveis que seus correspondentes atuais (Figura 2).

Na verdade, estes répteis não viveram todos exatamente na mesma época. Quando confrontamos os diferentes fósseis com as camadas de rocha em que eles ocorrem, podemos concluir que existiram pelo menos duas grandes divisões, no que se refere à paleofauna de répteis desta região. Num primeiro momento, há cerca de 230 milhões de anos atrás, dentro do período chamado Triássico, a fauna seria dominada pelos répteis dicinodontes (Figura 3), pelos cinodontes (Figura 4) e pelos grandes tecodontes carnívoros (Figura 5). Todos estes répteis fósseis ocorrem associados (isto é, na mesmas camadas de rocha), sendo que tal associação é encontrada em maior quantidade nas regiões de Pinheiros (Município de Candelária) e Chiniquá (Município de São Pedro do Sul). As camadas de barro vermelho que estão acima destas, embora pareçam à primeira vista idênticas às de baixo, possuem fósseis de répteis bastante diferentes: não são mais encontrados fósseis de dicinodontes e surgem, em grande quantidade, os rincossauros (Figura 6); os tecodontes passam a ser representados apenas por formas pequenas e muito raras; os cinodontes, igualmente abundantes nas camadas de baixo, diminuem muito em quantidade, e se caracterizam também pelo pequeno porte. A grande novidade, nestas camadas, está no aparecimento de um



PERÍODO	IDADE Milhões de anos	ROCHA
Quaternário	< 1,6	
Cretáceo	135 a 65	v v v
Jurássico	205 a 135	
Triássico	250 a 205	
Permiano	290 a 250	
Carbonífero	355 a 290	
Proterozóico	> 600	+ + +

	Área de ocorrência dos répteis
	Planície costeira (areias)
	Planalto (Derrames de basalto)
	Depressão Central (Rochas Sedimentares)
	Escudo (granitos, xistos, gnaisses)

Figura 1: Mapa geológico simplificado do Rio Grande do Sul, mostrando a localização da área de ocorrência de répteis fósseis e as idades correspondentes às grandes divisões litológicas.

dinossauro (Figura 7), que seria justamente um dos ancestrais de todos os outros dinossauros (juntamente com outros que são encontrados na Argentina). Estas camadas superiores, que hoje estão aflorando à superfície, em especial no Município de Santa Maria e arredores, teriam cerca de 220 milhões de anos de idade (Figura 8). Acredita-se que a causa da mudança de fauna, observada nas camadas de rocha contendo fósseis de répteis, tenha sido uma mudança no clima, que teria ficado mais quente e seco. Conseqüentemente, as plantas existentes na região foram substituídas por outras, com outro tipo de estrutura, melhor adaptadas ao novo clima, mas que não eram apropriadas para o tipo de aparelho mastigatório que possuíam os répteis herbívoros que ali viviam até então, sobretudo os dicinodontes. Assim, estes últimos desapareceram (ou melhor, foram para outras regiões, como a Argentina, por exemplo, onde o clima era mais ameno), os cinodontes diminuíram drasticamente em quantidade e, da África, vieram os rincossauros, que se adaptaram muito bem às novas condições ambientais (e ao alimento vegetal agora disponível). A fuga dos dicinodontes levou igualmente ao desaparecimento, no Rio Grande do Sul, dos grandes tecodontes carnívoros, uma vez que estes deveriam se alimentar daqueles. Completando esta nova associação de fauna e flora, decorrente das mudanças climáticas, tivemos o aparecimento de novos carnívoros (os predadores dos rincossauros). Estes carnívoros, agora bem menores do que os que existiram no período anterior, eram representados por pequenos tecodontes e, principalmente, por um novo tipo de réptil que até então não existia: um dinossauro.



Figura 8: Representação esquemática da posição relativa das camadas que contêm fósseis de vertebrados e plantas na região compreendida entre os municípios de Candelária e Mata, no Rio Grande do Sul.

A posição relativa das camadas contendo estas duas faunas de répteis diferentes e os seus atuais locais de ocorrência estão ilustrados, de modo simplificado, na Figura 8.

Répteis que habitaram o Rio Grande do Sul no Triássico

Características dos principais grupos

Dicinodontes: Foram répteis quadrúpedes, herbívoros, pastadores, de tamanho médio (os maiores exemplares conhecidos atingiram cerca de 3 metros de comprimento por 1,80 de altura. Seu nome deriva do fato de só possuírem dois dentes (dois grandes caninos superiores), em toda a boca (*di* = dois + *cino* = cão + *odontos* = dentes). Estes dentes não tinham função mastigatória, sendo, mais provavelmente, usados para defesa contra os predadores. Para cortar as folhas que lhes serviam de alimento, os dicinodontes dispunham de placas córneas afiadas ao longo da boca (uma em cima e outra em baixo), semelhantes às que possuem as tartarugas atuais. Um fato curioso acerca dos dicinodontes do Rio Grande do Sul é que, na região de Candelária, foram encontrados 10 filhotes (entre eles o da Figura 3a), todos de mesmo tamanho, que morreram juntos e foram fossilizados amontoados uns sobre os outros. O fato sugere que estes animais formavam manadas, tal como os herbívoros atuais; os filhotes, até atingirem um certo tamanho, deveriam andar juntos e próximos da mãe, para terem alguma proteção contra os predadores. Tal hipótese é facilmente aceitável no caso de mamíferos mas, em se tratando de répteis, constitui-se num comportamento diferente do que ocorre na maioria das vezes (pelo menos no que se refere aos répteis atuais). Provavelmente, a causa da morte dos filhotes tenha sido uma das muitas e repentinas inundações que naquela época deveriam ocorrer na planície e cujas evidências estão no tipo de sedimento que cobriu os organismos.

Tecodontes: Foram os ancestrais dos dinossauros, com os quais, por isso mesmo, guardam muitas semelhanças. Existiam, entre eles, algumas formas herbívoras, mas os mais espetaculares, sem dúvida, eram os grandes carnívoros, como *Prestosuchus* (Figuras 5a e 5b), um tecodonte quadrúpede que atingia mais de seis metros, do focinho à ponta da cauda. O crânio, com quase um metro de comprimento, lembra muito o de *Tyrannosaurus*, particularmente por causa dos grandes e afiados dentes. A parte dorsal do corpo, ao

longo da coluna vertebral, era coberta por pequenas placas ósseas que se encaixavam umas nas outras, formando uma espécie de escudo protetor, tal como ocorre nos atuais crocodilos (que também descendem dos tecodontes). Suas presas prediletas seriam, provavelmente, os dicinodontes, que existiam em abundância. O nome *tecodonte* significa *dentes* em *tecas* (isto é, dentro de alvéolos).

Cinodontes: Este foi o grupo de répteis que deu origem aos mamíferos, sendo que, para alguns pesquisadores, eles já seriam inclusive endotérmicos (isto é, já teriam sangue quente) e teriam até mesmo pêlos ao invés da pele escamosa tradicional dos répteis. A observação de um crânio de cinodonte como o de *Exaeretodon* (Figura 4b) ilustra claramente a semelhança com um mamífero: a forma geral do crânio e, especialmente, os dentes, lembram muito os de um cachorro, daí a derivação do nome do grupo (*cino* = cão + *odontos* = dente). Foram os primeiros répteis a apresentar dentes diferenciados em incisivos, caninos e pós-caninos (ou “molares”). Eram tanto carnívoros quanto herbívoros, ambos muito semelhantes entre si, diferenciando-se basicamente apenas na forma dos dentes, adaptados aos respectivos tipos de dieta. Seu tamanho médio era pequeno (equivalente a um cachorro médio). Algumas formas maiores, como *Exaeretodon* (que, apesar do aspecto ameaçador, era herbívoro), chegariam a dois metros de comprimento.

Rincossauros: A principal característica deste grupo de répteis reside na forma do focinho, que lembra o bico de uma ave (*rhynchos* = bico + *saurus* = lagarto). O crânio robusto, com formato triangular, ostentando grandes aberturas laterais e dorsais (significando a presença de uma musculatura poderosa) e a mandíbula alta e forte indicam uma grande capacidade de mordida. Este fato, aliado ao tipo de dentição que apresentavam (Figura 6b), sugere que os rincossauros tinham um aparelho mastigatório adaptado para cortar um tipo de alimento bem definido, que devia ser bastante resistente. Normalmente, plantas que vivem em climas quentes e com longos períodos sem chuvas, possuem sementes protegidas por uma grossa camada externa, permitindo que resistam longo tempo sem perder a umidade interna, mantendo assim o seu potencial germinativo. A parte interna das sementes possui um alto valor nutritivo, e seriam plantas deste tipo (encontradas no registro fóssil, em camadas de mesma idade das que contêm rincossauros, em outras partes do mundo) que forneceriam o

alimento necessário a estes répteis, os quais usariam o seu “bico” para pegar as sementes, tal como faz uma ave atual, cortariam a mesma ao meio, usando sua dentição de “tesoura”, e a seguir, com o auxílio da língua, retirariam de dentro desta a sua parte nutritiva. O tamanho médio de tais répteis quadrúpedes e baixos ficava em torno de dois metros e meio.

Por que estes fósseis ocorrem em Santa Maria?

Restos de organismos e plantas, após a morte dos mesmos, em geral são lentamente destruídos e “dissolvidos”, de modo que seus elementos constituintes voltam a fazer parte do solo, onde poderão servir de alimento ou matéria prima para o crescimento de novos organismos e plantas, e assim sucessivamente, num ciclo contínuo. Em alguns casos, os restos de organismos podem ser preservados da destruição se, num prazo não muito longo após a morte, forem soterrados e assim permanecerem até que o material que os cobriu (argila, areia, cascalho, etc.) endureça e se transforme numa rocha sedimentar, passando os restos orgânicos, então, a ser denominados *fósseis*. No caso de restos de vertebrados, a probabilidade média de que um organismo (ou parte dele) seja preservado é menor do que 1%, o que atesta a raridade e a importância de afloramentos fossilíferos como os que existem em Santa Maria. Fósseis, portanto, só podem ser encontrados dentro das chamadas *rochas sedimentares*,¹ as quais são formadas na superfície da crosta terrestre pelo acúmulo de fragmentos provenientes da erosão de outras rochas. Estes fragmentos (argila, areia, etc.), chamados de sedimentos, são carregados pelo vento, pelas chuvas, pelos rios, pelo gelo (se for uma região de clima frio) e tendem a se acumular em áreas de relevo baixo, como planícies marginais a rios, em lagos, no mar, etc. Nesse processo de transporte e acúmulo de sedimentos, alguns restos de organismos acabam sendo englobados e posteriormente se transformam em fósseis. Grandes áreas baixas, nas quais ocorre uma grande acumulação de camadas sucessivas de sedimentos, recebem o nome de *bacias sedimentares*.

O território do Rio Grande do Sul, em tempos remotos, fazia parte de uma grande bacia sedimentar, denominada Bacia do Paraná, que se estendia desde o Uruguai até o estado de Goiás, incluindo partes dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, além do Paraguai. Nesta ampla área baixa foram depositados, ao lon-

¹ Nos outros tipos de rochas, que são as *ígneas* (granitos, basaltos, etc.) e *metamórficas* (xistos, gnaisses), as altas pressão e temperaturas envolvidas nos respectivos processos de formação destroem os restos orgânicos. Isto significa que, nem mesmo depois do soterramento, temos a garantia de que um determinado resto orgânico vá se preservar como um fóssil, uma vez que, se a rocha sedimentar em que ele está incluído for sendo recoberta por outras camadas de rochas sedimentares, o peso da coluna de rochas pode se tornar tão grande que a pressão e a temperatura, nas profundezas, façam com que aquela rocha seja recristalizada, transformando-se numa rocha metamórfica, sendo o resto orgânico destruído neste processo.

go de milhões de anos, sucessivas camadas de sedimentos diferentes, contendo grande quantidade de restos/vestígios de organismos.

Hoje, efetuando-se um percurso de Caçapava do Sul até Erechim, ter-se-á saído do fundo da Bacia do Paraná, subido através de todas as camadas de rochas sedimentares que ali se depositaram e terminado sobre os derrames de basalto que cobriram tudo. Neste percurso, na porção correspondente às rochas sedimentares (que ocupam a chamada Depressão Periférica), estão representados, através dos fósseis ali contidos, milhões de anos da história da vida em nosso Planeta (entre 300 e 130 milhões de anos atrás), ordenados numa seqüência vertical de camadas que nos permite segui-la passo a passo. Por exemplo, os registros sedimentares e os fósseis presentes nas camadas que hoje afloram nas regiões de Bagé, São Gabriel e Rio Pardo contam que o Rio Grande do Sul, há cerca de 300 milhões de anos, estava coberto por águas marinhas frias nas quais viviam moluscos, braquiópodes e outros invertebrados, havendo ainda grandes geleiras nas proximidades. As camadas superiores a estas, por sua vez, revelam que, com o passar do tempo, os movimentos da crosta terrestre fizeram com que a Bacia do Paraná perdesse sua comunicação com o oceano, passando a ser, a partir de então, um grande lago, cada vez mais raso, povoado de répteis aquáticos (os mesossauros). Mais acima ainda, os sedimentos e os fósseis indicam que este lago, há cerca de 250 milhões de anos, no período Triássico, acabou secando e se transformou numa grande planície, cortada por rios e pequenos lagos, com abundante fauna de répteis, anfíbios e peixes vivendo num clima quente e com estações bem marcadas de seca e chuvas. Parte destas camadas do Triássico, justamente aquelas que contêm os fósseis de répteis, estão aparecendo hoje na superfície na região de Santa Maria. As camadas que abrigam os répteis, com o decorrer do tempo, foram recobertas por outras cujos fósseis evidenciam a existência de antigas florestas, camadas estas que afloram nos municípios de São Pedro do Sul e Mata, famosos pela grande ocorrência de madeiras fossilizadas. Após este período, seguiu-se um grande deserto, do qual restaram as antigas dunas de areia, hoje em forma de rocha (o chamado arenito Botucatu, a partir do qual são obtidas as lajes retangulares de cor rosa usadas nas calçadas da maioria das cidades da região). Finalmente, há cerca de 140 milhões de anos, no final do período Jurássico, quando a América do Sul começou a se separar da África, as enormes rachaduras geradas na crosta deram passagem às lavas vindas do centro da

Terra, que cobriram tudo o que havia nas proximidades, marcando o fim da Bacia do Paraná no Rio Grande do Sul.

Fazendo-se um percurso de Santa Maria em direção a Júlio de Castilhos (a subida da serra) pode-se observar facilmente o empilhamento destas camadas através dos barrancos da beira da estrada, iniciando com os sedimentos vermelhos onde estão os répteis (Triássico), passando pelos arenitos róseos do antigo deserto (Jurássico) e chegando, no alto, aos basaltos que cobriram tudo (Cretáceo).

Por que os grandes dinossauros não são encontrados no Rio Grande do Sul?

No Rio Grande do Sul e na Argentina verificam-se os registros mais antigos de dinossauros de todo o mundo, indicando que, provavelmente, eles tenham surgido na América do Sul e, daqui, se espalhado pelo resto do mundo, fato que ressalta ainda mais a importância histórica dos jazigos fossilíferos de Santa Maria e a necessidade de sua preservação. Neste período (o Triássico), os dinossauros eram pequenos e raros, sendo que o domínio da fauna terrestre pertencia, como já vimos, aos tecodontes, dicinodontes, cinodontes e rincossauros. No final do Triássico, porém, ocorreram significativas mudanças climáticas em todo o mundo, que levaram ao declínio (e extinção) destes grupos até então dominantes, passando o cenário a ser comandado pelos dinossauros, cujo reinado perdurou por 130 milhões de anos. Quando houve, entretanto, esta diversificação e expansão territorial dos dinossauros por toda a Terra, marcada particularmente pelo surgimento dos dinossauros gigantes, encontrados na América do Norte e Europa, o clima no Rio Grande do Sul tornou-se extremamente árido, levando à formação do deserto Botucatu, já referido. Estas condições climáticas não eram favoráveis à vida de quaisquer organismos, por isso a ausência de fósseis nas lajes de arenito do Botucatu. Na Argentina, onde o clima não era tão árido, rochas de mesma idade do arenito Botucatu, mas de composição diferente (depositadas por rios), contêm restos de inúmeros dinossauros. Para completar, o episódio geológico que, no Rio Grande do Sul, sucedeu, ao deserto Botucatu, foi justamente a ruptura da crosta terrestre, quando da separação América do Sul-África, que resultou nos derrames de basalto que cobriram uma enorme área geográfica, dentro da qual situava-se o que hoje corresponde ao estado gaúcho. Nestas condições, também não houve maneira de preservar

quaisquer restos de organismos, fossem dinossauros ou outros, uma vez que a temperatura das lavas é mais do que suficiente para destruir qualquer resto orgânico.

A história dos répteis em Santa Maria

Segundo Romeu Beltrão, ilustre diretor (já falecido) do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal de Santa Maria e autor da mais completa obra de pesquisa histórica sobre os fósseis do Rio Grande do Sul até hoje publicada,² os mais antigos registros oficiais da identificação de fósseis no Estado datam de 1902, quando um médico de origem alemã, chamado Jango Fischer, encontrou, nos arredores de Santa Maria, alguns fragmentos de ossos fósseis, que foram enviados para o Museu Paulista, em São Paulo, e dali para o British Museum, em Londres. Nesta Instituição, o material foi descrito por um dos mais eminentes paleontólogos ingleses da época, Sir Arthur Smith-Woodward, que atribuiu os restos fósseis a um novo gênero e espécie do que entendeu ser um dinossauro, denominado *Scaphonyx fischeri* em homenagem ao descobridor dos mesmos.

Este primeiro achado logo despertou o interesse de outras pessoas da comunidade, que passaram a encontrar grande quantidade de restos de ossos fósseis. Não havendo então no Brasil nenhum especialista na matéria e, sendo a maioria dos habitantes da região de origem alemã, os achados passaram a ser enviados diretamente à maior autoridade mundial da época em vertebrados fósseis, o Barão Friedrich von Huene, da Universidade de Tübingen, na Alemanha. Entre 1907 e 1927, chegaram às mãos de Huene mais de 200 peças, todas de ossos fósseis provenientes de Santa Maria e arredores. Com base nestas, Huene publicou vários trabalhos, descrevendo novos gêneros e espécies, tendo inclusive revisto a classificação anterior de *Scaphonyx fischeri*, que não era em realidade um dinossauro mas sim um rincossauro.

A quantidade e a variedade dos fósseis provenientes do Rio Grande do Sul entusiasmaram Huene ao ponto de ele organizar uma grande expedição de coleta na região, levada a efeito entre os anos de 1928 e 1929. Durante este período, Huene percorreu, com sua equipe, uma grande área do interior gaúcho, às vezes de trem, mas na maior parte do tempo à pé ou de carroça, devido à quase inexistência de estradas. Huene realizou, além das coletas, importantes observações acerca da geologia do Estado, as quais foram publicadas posteriormente sob o título *Geologische*

² BELTRÃO, Romeu. Paleontologia de Santa Maria e São Pedro do Sul. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal de Santa Maria*, v. 2, p. 3-114, 1965.

³ HUENE, F. von & STAHLCKER, R. Observações Geológicas no Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal de Santa Maria*, v. 3, p. 3-99, 1931.

Beobachtungen in Rio Grande do Sul e traduzidas sob o título *Observações Geológicas no Rio Grande do Sul*.³ As coletas propriamente ditas resultaram em mais de oito toneladas de material fóssil, que foram enviadas de navio para a Europa. A expedição de Huene foi financiada, além da Universidade de Tübingen, por outras duas instituições alemãs, em München e Halle, e pelo British Museum de Londres. Desse modo, as peças coletadas foram distribuídas pelas coleções destas instituições, onde se encontram até os dias de hoje. A preparação do material demandou vários anos de trabalho, que resultou, entretanto, na obtenção de magníficos espécimes, peças de destaque em exposição nas instituições europeias citadas e sem equivalente dentre as existentes nas coleções brasileiras (Figuras 3b,c e 6b).

A partir dessa enorme quantidade de material, Huene publicou, por partes, entre 1935 e 1942, aquela que é até hoje a mais extensa e detalhada obra sobre os répteis fósseis do Rio Grande do Sul (*Die Fossilen Reptilien des Südamerikanische Gondwanalandes*), cuja tradução para o português foi publicada em 1990 pela Universidade Federal de Santa Maria.⁴ Nestes trabalhos, além dos vertebrados fósseis, Huene fez referência também à presença de restos vegetais, salientando a abundância de troncos fossilizados na região a oeste de Santa Maria (atualmente os Municípios de São Pedro do Sul e Mata) e citando alguns locais onde ocorriam restos de invertebrados.

Com o advento – e as conseqüências – da Segunda Guerra Mundial, os paleontólogos europeus que atuavam na América do Sul tiveram que interromper suas pesquisas. Vários deles, como Huene, por exemplo, nunca mais aqui retornaram. Passou-se então um longo tempo sem que nada de significativo fosse acrescentado ao conhecimento acerca dos fósseis do Rio Grande do Sul, até que, com a criação da Escola de Geologia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no início da década de 60, estabeleceu-se o marco inicial que levou à formação de profissionais qualificados para coletar, preparar e estudar os fósseis no próprio Rio Grande do Sul. Paralelamente a este período de formação de pesquisadores locais, começou a se desenvolver, em algumas comunidades, a partir de iniciativas pessoais de alguns cidadãos, uma consciência preservacionista em relação ao patrimônio fossilífero. Este fenômeno começou, e tem hoje sua expressão mais forte, justamente nas áreas de ocorrência das madeiras fósseis, ou seja, principalmente nos municípios de São Pedro do Sul e Mata. Isto se explica por várias razões:

⁴ HUENE, F. von. *Répteis fósseis do Gondwana Sul-Americano*. Tradução: Carlos Burger Jr. Santa Maria: UFSM, 1990.

pela abundância, tamanho e beleza dos troncos fossilizados que afloram por toda parte e também pelos aspectos econômicos. Estes últimos exerceram (e continuam a exercer) papel de destaque na discussão que se estabeleceu ao longo dos anos. Inicialmente, os troncos eram vistos como um problema pelos proprietários de terras, uma vez que prejudicavam o trabalho de preparação da terra para o plantio, quando não danificavam o equipamento agrícola, gerando prejuízos. Ao mesmo tempo, a beleza e a resistência dos mesmos passaram a atrair o interesse dos comerciantes de pedras ornamentais, apesar das leis vigentes proibirem o comércio de fósseis. Uma vez que havia o interesse das duas partes, uma, de se livrar dos troncos, e outra, de obtê-los, estabeleceu-se um comércio clandestino que resultou na depredação de toneladas de materiais, grande parte dos quais levada para países estrangeiros, com grandes lucros para alguns comerciantes.

A retirada dos troncos do solo, no entanto, aos poucos revelou-se uma solução pior do que o problema original, uma vez que o solo arenoso da região, sem a proteção da “malha” de troncos que existia próximo à superfície, passou a sofrer um processo crescente de erosão, diminuindo ainda mais a área de plantio.

Esta circunstância passou a determinar uma virada a favor das vozes isoladas que pregavam a preservação do patrimônio fossilífero, representadas, em São Pedro do Sul e Mata, respectivamente, pelo Professor Walter Ilha e pelo Padre Daniel Cargnin, paleontólogo amador responsável pelo descobrimento e coleta de grande parte das coleções de fósseis de vertebrados da Pontifícia Universidade Católica e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Atualmente, ambos os municípios apresentam um alto grau de conscientização, entre seus habitantes, da existência e da necessidade de preservação de seu patrimônio fossilífero, inclusive com legislação municipal específica sobre os mesmos e fiscalização ativa por parte das respectivas administrações. Ao mesmo tempo a divulgação e o cuidado com os fósseis passaram a se constituir em fonte de renda para os municípios, atraindo anualmente milhares de turistas. Nestas comunidades, já fazem parte do calendário oficial de eventos, programações dirigidas à comunidade tendo como tema os fósseis, e que contam com a participação de pesquisadores das principais Universidades do Estado.

Os fósseis de vertebrados, por sua vez, enfrentaram outros tipos de problemas ao longo do tempo, devido a

algumas diferenças básicas em relação aos troncos fósseis. Por serem raros (em relação aos troncos), frágeis e sem valor econômico, nunca chegaram a despertar grande interesse das comunidades em sua preservação. A cidade de Santa Maria, por exemplo, situa-se exatamente sobre uma das maiores concentrações de vertebrados fósseis do mundo. Na primeira metade deste século, quando a cidade era bem menor, a coleta de fósseis se constituía no passatempo de muitas pessoas, entre simples curiosos e pesquisadores amadores. Desse modo, algumas coleções significativas chegaram a ser formadas, como a que existe no Museu Histórico e Cultural Vicente Pallotti, com a participação decisiva novamente do Padre Daniel Cargnin e seu irmão (e também padre) Abraão.

O rápido desenvolvimento da cidade, nas últimas décadas, com sua conseqüente expansão territorial, fez com que os antigos afloramentos fossilíferos fossem progressivamente “engolidos” pelo asfalto e pelo concreto. Uma parte da área visitada por Huene em 1928-29, tombada pelo Patrimônio Histórico por iniciativa da Universidade Federal de Santa Maria, encontra-se atualmente cercada de prédios por todos os lados, e constitui-se num dos poucos locais da região onde ainda é possível encontrar fósseis. Se grande parte do que existia já foi destruído, não se pode desistir de tentar preservar o que ainda resta nas áreas periféricas da cidade.

Outros municípios menores, também dentro da área de ocorrência dos fósseis, encontram-se hoje na situação em que Santa Maria se achava há décadas atrás. Entretanto, nos últimos anos, foram firmados convênios para a realização de pesquisas entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a Universidade do Vale do Rio dos Sinos e as prefeituras de São Pedro do Sul, Mata e Candelária, estando em tramitação uma iniciativa semelhante com a Prefeitura de Paraíso do Sul. A vantagem atual em termos de informação da comunidade e a existência de uma rede de instituições e pesquisadores aptos a auxiliar estas comunidades no trato com os fósseis, permite vislumbrar um futuro melhor, no que se refere ao patrimônio fossilífero da região.

* Cesar L. Schultz é professor das disciplinas de Paleontologia Geral e Paleontologia de Vertebrados do Curso de Graduação em Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Figura 2

Reconstituição da paisagem do Rio Grande do Sul há cerca de 230 milhões de anos atrás: uma ampla planície quente e seca, pontilhada por pequenos lagos efêmeros, ao redor dos quais se concentrariam pequenos tecodontes aquáticos (à esquerda, sobre o tronco, e à direita, entrando na água), rebanhos de dicinodontes herbívoros (brancos) e grandes tecodontes carnívoros (ao fundo).

No canto inferior direito, sob as plantas, um réptil cinodonte, ancestral dos atuais mamíferos. (Desenho de J.E.F. Dornelles).

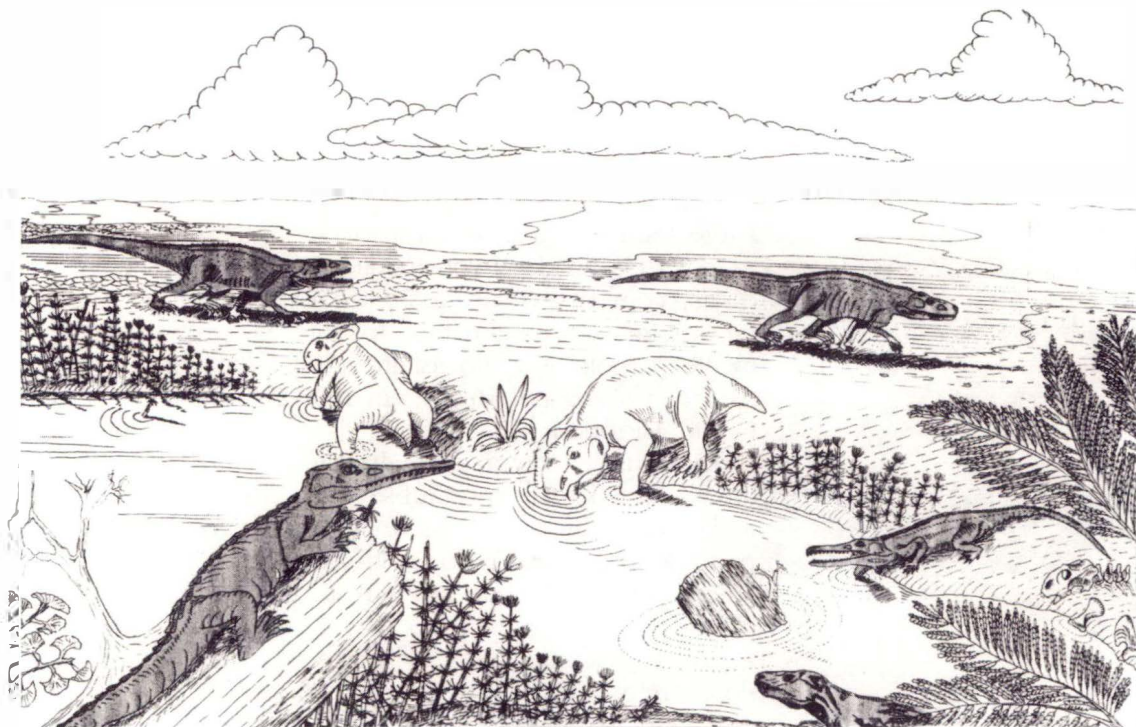


Figura 3A

Répteis Dicinodontes
Esqueleto de um filhote de dicinodonte
(*Dinodontosaurus*).

Junto com este exemplar, foram encontrados outros nove filhotes, todos do mesmo tamanho, sugerindo tratar-se de uma única ninhada.

Este material faz parte da coleção do Setor de Paleovertebrados da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Foto do autor).

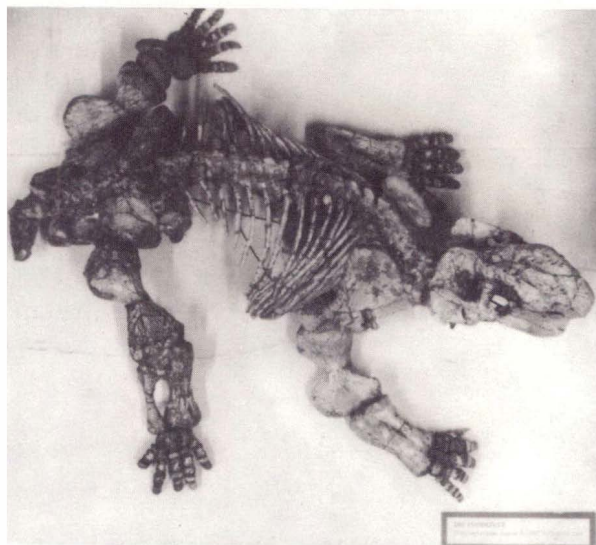


Figura 3B

Répteis Dicinodontes

Esqueleto montado de um dicinodonte adulto (*Stableckeria potens*).

Este exemplar foi coletado em 1928, na região de Chiniquá, atual município de São Pedro do Sul, Rio Grande do Sul, pelo paleontólogo alemão Friedrich von Huene e levado para o museu da Universidade de Tübingen, na Alemanha, onde encontra-se até hoje em exposição.

(Foto reproduzida de Westphal, F. *Die Saugeähnlichen Reptilien*. 1987).

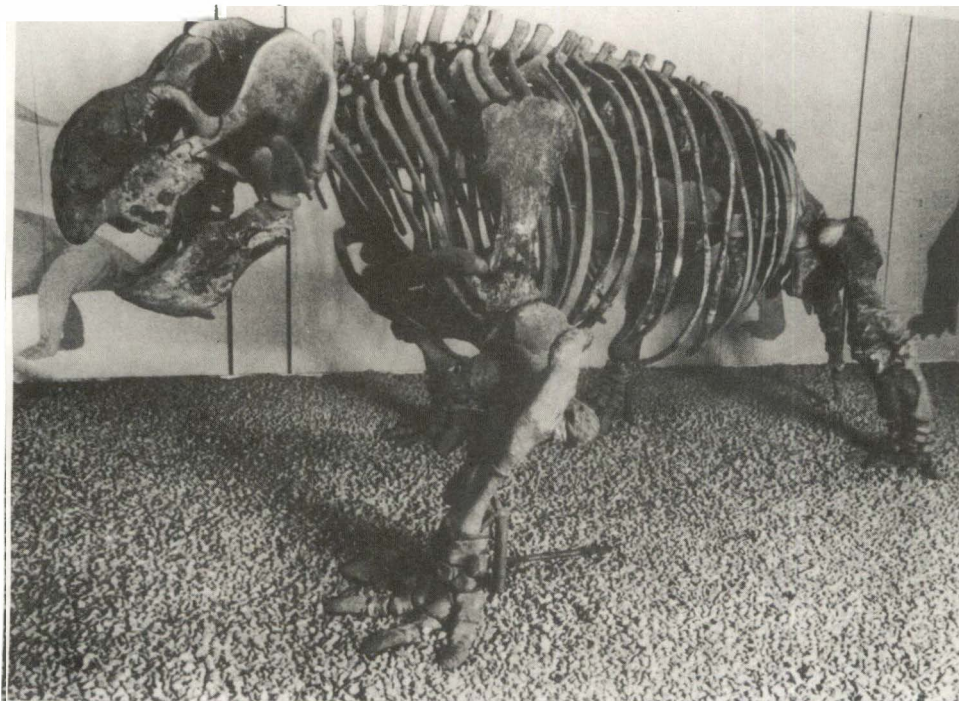


Figura 3C

Répteis Dicinodontes

Etapa da montagem do esqueleto da Figura 3b em Tübingen, Alemanha. À esquerda da foto, de branco, aparece Friedrich von Huene.

(Foto reproduzida de Westphal, F. *Die Saugeähnlichen Reptilien*, 1987).

Figura 4A

Répteis Cinodontes

Reconstituição de um cinodonte carnívoro (*Chiniquodon sp.*) encontrado nas regiões de Pinheiros (Candelária) e Chiniquá (São Pedro do Sul). O grupo dos cinodontes deu origem aos atuais mamíferos. (Desenho de M.C. Barberena).

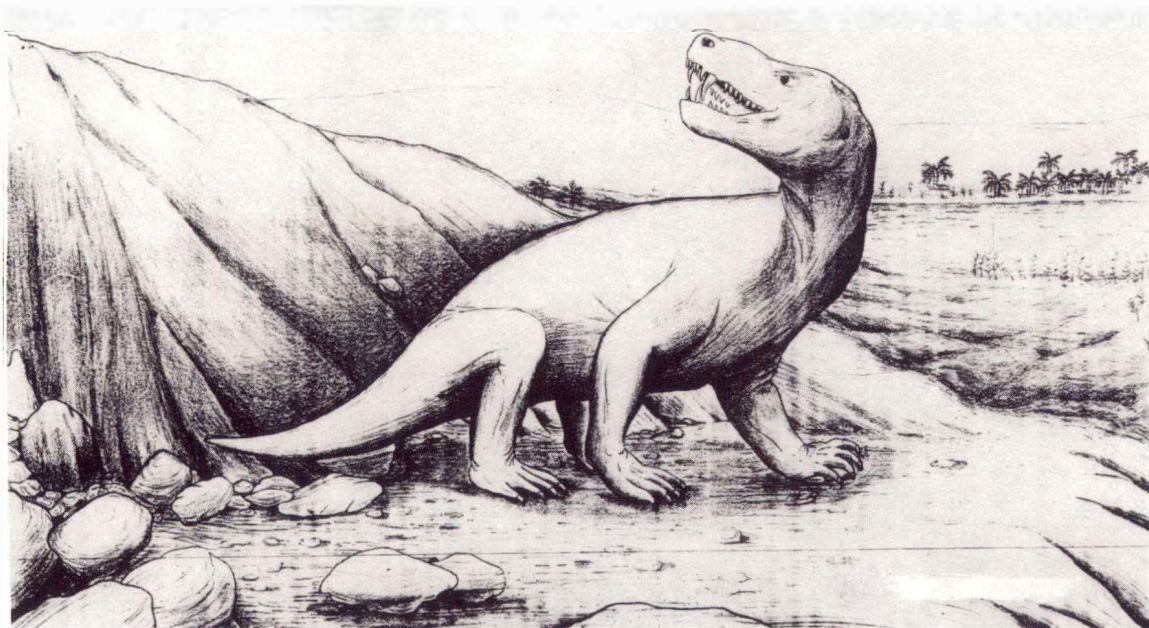


Figura 4B

Répteis Cinodontes
Crânio de um dicinodonte herbívoro (*Exaeretodon*), mostrando a nítida diferenciação dos dentes em incisivos, caninos e "molares", evidenciando sua afinidade com os mamíferos.

Este material faz parte da coleção do Setor de Paleovertebrados da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Foto do autor).

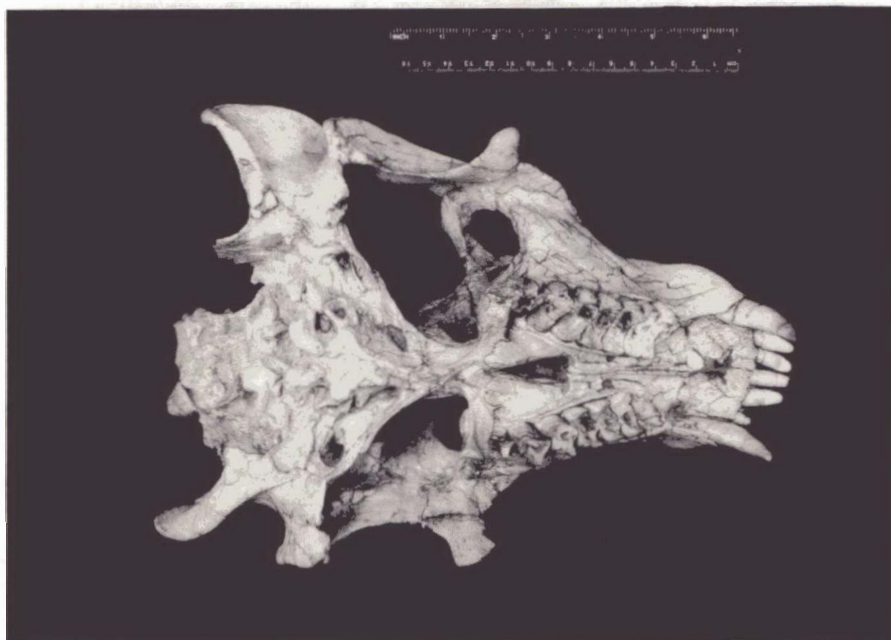


Figura 5A

Répteis Tecodontes

Reconstituição de um grande tecodonte carnívoro (*Prestosuchus chiniquensis*).

Estes animais, encontrados nas regiões de Pinheiros (Candelária) e Chiniquá (São Pedro do Sul), podiam alcançar seis metros de comprimento e pesar mais de uma tonelada.

(Desenho: J.E.F. Dornelles).

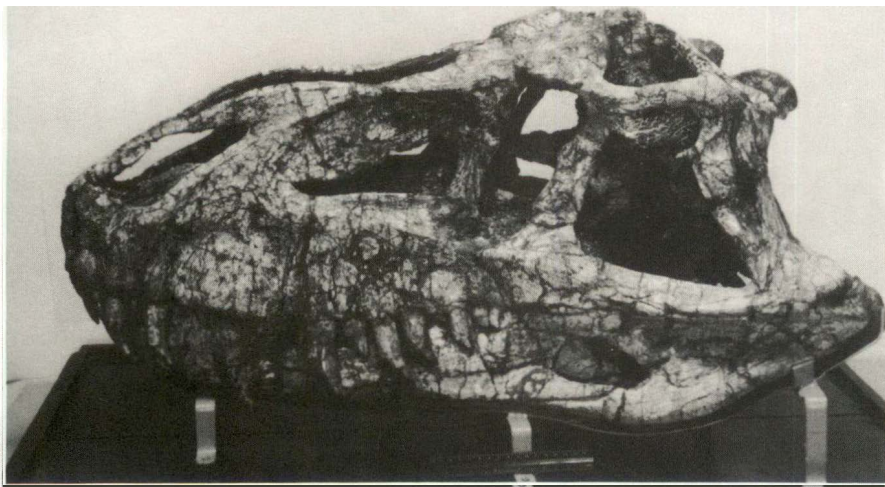
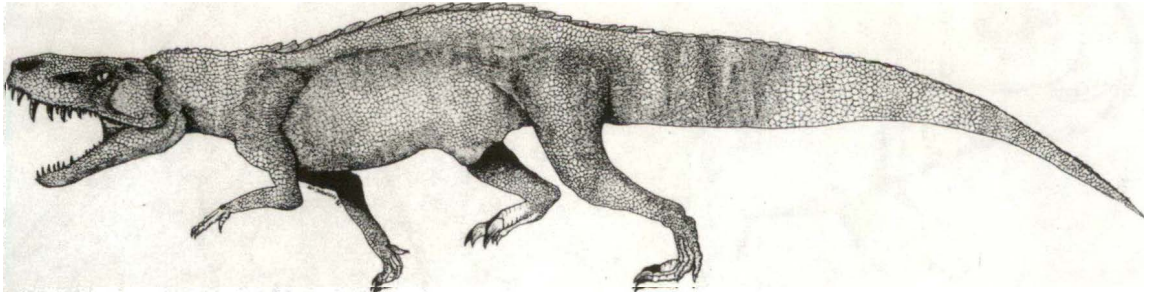


Figura 5B

Répteis Tecodontes
Crânio de
*Prestosuchus
chiniquensis*.

Este material, pertencente à coleção do Setor de Paleovertebrados da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, foi encontrado na região de Pinheiros, Rio Grande do Sul. O crânio mede cerca de 90 cm de comprimento.
(Foto do autor).

Figura 6A

Répteis rincossauros
a) Reconstituição de um rincossauro, réptil herbívoro
encontrado em grande quantidade na região de Santa Maria.
(Desenho de J.E.F. Dornelles).

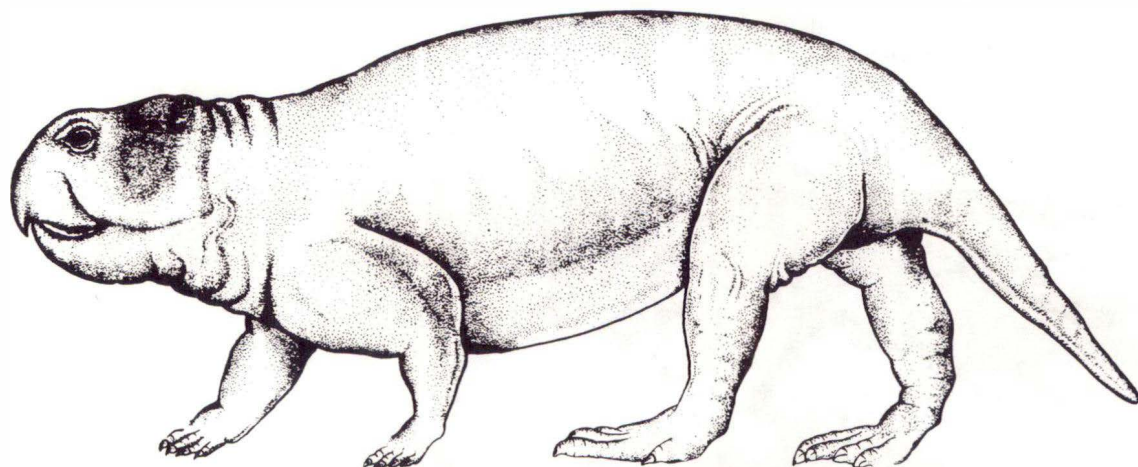
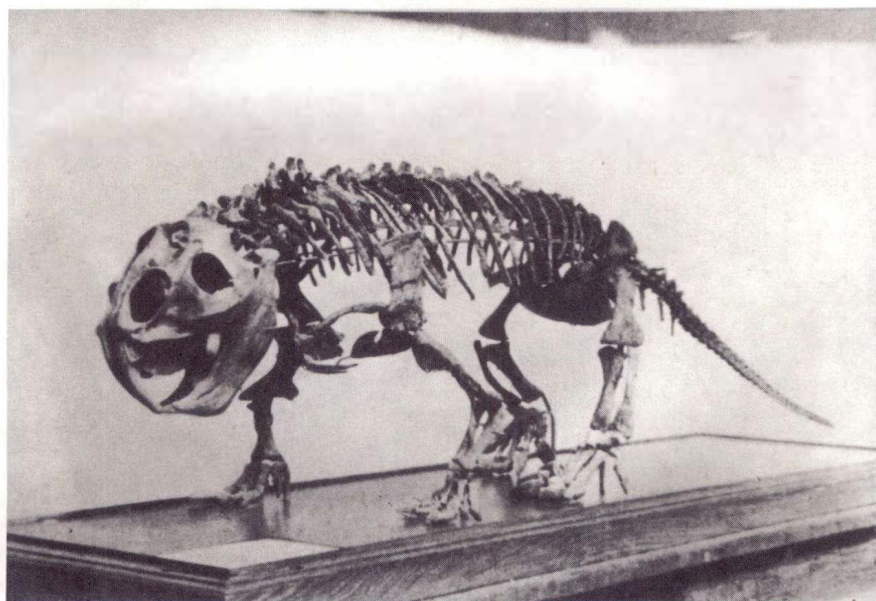


Figura 6B

Répteis rincossauros
Esqueleto montado
de um rincossauro
(*Scaphonyx fischeri*).
Este exemplar, coleta-
do por Friedrich von
Huene em 1928, em
Santa Maria, encontra-
se em exposição no
Museu da Universida-
de de Tübingen,
na Alemanha.
(Foto do arquivo de
Friedrich von Huene,
cedida ao autor pelo
Professor F. Westphal,
da Universidade de
Tübingen).



Figura

Dinossauro

R constitui ão de *Staurikosaurus pricei*,

um dos primeiros (senão o primeiro) dinossauros a surgir na Terra.

Até hoje, só foi encontrado um exemplar deste dinossauro,

nas camadas vermelhas que contêm também os rincossauros, em Santa Maria.

Este único exemplar encontra-se no Museu de Harvard, nos Estados Unidos.

(Desenho de J.E.F. Dornelle).



MESOSSAUROS: pequenos répteis aquáticos da América do Sul e África

*Lilian de L. Timm
Marina B. Soares
Dina C. Araújo-Barberena*

As aves, os mamíferos ou qualquer outro grupo de animais que hoje conhecemos, bem como as árvores e flores que fazem parte da nossa vida, e mesmo os mares, lagos e rios em seu posicionamento atual, não compõem, por certo, cenário semelhante ao que se encontrava há milhões de anos nos diversos lugares da Terra. Este cenário, no entanto, pode ser reconstituído com o concurso da Paleontologia, mediante a utilização de vestígios e de restos animais e vegetais (fósseis), em diferentes formas e condições. Assim, juntando as peças encontradas aqui e acolá, a história do planeta e de seus habitantes ganha visibilidade crescente, permitindo à humanidade uma compreensão mais abrangente da escala de tempo geológico e da real posição do homem neste processo incessante de mudanças.

Grandes descobertas

¹ GERVAIS, P. Description du *Mesosaurus tenuidens*, Reptile Fossile de l'Afrique Australe. *Mem. Acad. Mont. Rellier, Sec. Sci.*, p.169-175, 1864.

Em 1864, P. Gervais, um paleontólogo francês, descreveu o primeiro réptil aquático da África do Sul.¹ Quando estudou este fóssil, notou que o réptil possuía as patas adaptadas ao hábito aquático, as quais funcionariam como nadadeiras. Como achou que este animal parecia tanto com um réptil quanto com um anfíbio, resolveu chamá-lo de *Mesosaurus* (*meso* = meio, *saurus* = lagarto). Curiosa é a maneira como foi encontrado o fóssil deste réptil. Um pesquisador que andava em uma pequena aldeia de Griqualand, na África do Sul, deparou-se com um camponês que por ali passava com a sua marmita. Quando o pesquisador olhou para a tampa, percebeu que se tratava de uma placa rochosa com um *Mesosaurus* de aproximadamente 248 milhões de anos!

Passado algum tempo, dois cientistas, Cope e Mac Gregor, receberam materiais do Brasil; notaram então que os fósseis eram muito parecidos com o que já havia sido descoberto na África do Sul, razão pela qual resolveram chamá-los de *Stereosternum tumidum* e *Mesosaurus brasiliensis*, respectivamente.²

² COPE, E.D. Proceedings of the American Philosophical Society for Promoting Useful Knowledge. Vol. XXIII. Philadelphia: Ed. Society by M'Calla & Stavelly, 1886.

MAC GREGOR, J.H. *Mesosaurus brasiliensis nov. sp. do Permiano do Brasil*. New York: Columbia University, 1908.

Até este momento, haviam sido descobertos fósseis de mesossauros tanto na América do Sul quanto na África. Sabendo-se que estes répteis nadavam, mas que, quando comparados a outros animais aquáticos, por exemplo os peixes, não eram exímios nadadores, como se poderia explicar sua rota de viagem do Brasil para a África do Sul, ou vice-versa, considerando o imenso oceano que separa os dois continentes? Tal questão despertou a curiosidade de muitos investigadores, que concluíram, após o estudo de uma série de dados geológicos e com suporte paleontológico, que na época em que existiam os mesossauros, a América do Sul e a África do Sul formavam um grande continente unido, dentro do qual havia um grande mar restrito que, no Brasil, chamou-se Irati, e na África, Whitehill. Deste modo, se poderia explicar a existência destes répteis aquáticos somente em terras sul-americanas e sul-africanas.

³ SHIKAMA, T.; OZAKI, H. On a Reptiles skeleton from the Paleozoic Formation of San Paulo, Brazil. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan*, N.S., 61: 351-358, 1966

Em 1966, os pesquisadores japoneses Shikama e Ozaki descreveram outro réptil aquático, semelhante, mas não idêntico, às formas anteriores, o qual foi denominado *Brazilosaurus sanpauloensis*, em homenagem ao país e ao estado onde fora encontrado.³ Este, ao que parece, é exclusivamente brasileiro, pois até o momento não se encontrou semelhante forma na África do Sul.

Como eram os mesossauros?

De maneira geral, os mesossauros apresentavam forma semelhante à dos lagartos (Figura 1), com aproximadamente 60 centímetros de comprimento, membros posteriores bem mais desenvolvidos que os anteriores e, entre seus dedos, membranas que facilitavam a natação. Uma grande cauda deprimida lateralmente servia para a propulsão dentro da água. Mas este é um modo amplo de defini-los.

Uma análise mais detalhada dos fósseis de mesossauros permite distinguir três formas diferentes:

Mesosaurus brasiliensis: destaca-se por possuir um crânio alongado, bem maior que o pescoço. Em sua boca, encontram-se inúmeros dentes muito finos e de igual tamanho. Por serem muito longos, cruzavam-se quando a boca estivesse fechada, saindo para fora. Nota-se em seu esqueleto um grande desenvolvimento das costelas, o que possivelmente os ajudaria numa estabilização horizontal dentro da água. (Figura 2)

Stereosternum tumidum: a maior diferença encontrada neste, em relação ao anterior, é o tamanho do pescoço, que se assemelha em proporção ao tamanho da cabeça. Quanto ao esqueleto, a grande espessura das costelas o assemelha à forma anterior. (Figuras 3 e 4)

Brazilosaurus sanpauloensis: esta terceira forma difere significativamente das anteriores. Sua cabeça pequena contrasta com o grande pescoço, as costelas não se apresentam espessadas e os dentes são bem menores, quando comparados com *Mesosaurus* e *Stereosternum*. (Figuras 5 e 6)

Como viviam os mesossauros?

No Brasil e na África do Sul existia um mar normalmente calmo, restrito, com baixa salinidade e profundidade variável, mas relativamente raso (máximo de 300 metros), habitado por diversas espécies (répteis, crustáceos e outros artrópodes) adaptados a diferentes ambientes que existiam na bacia. Este mar, no Brasil, ocupava a área que hoje é formada pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso e Goiás. Parte dele localizava-se onde hoje é a fronteira com o Uruguai.

Habitantes destas águas rasas, os mesossauros alimentavam-se então da fauna de pequenos peixes, crustáceos ou larvas de artrópodes. Como suas patas não os impedissem de movimentar-se (com certa dificuldade) em terra, é possível

que eles viessem à costa depositar seus ovos e voltassem para a água. Mas como nenhum ovo de mesossauro foi encontrado até hoje, esta é uma questão que ainda pode ser revista. A forma de seu corpo permite imaginar que nadassem com as patas anteriores estendidas ao longo do corpo e as patas posteriores (maiores que as anteriores) em movimento, as quais determinavam a direção dentro da água. Sua grande cauda seria a responsável pela propulsão.

O clima da época era caracterizado por estações bem definidas, semelhante ao clima atual do Mediterrâneo, quente no verão e chuvoso no inverno, estação em que poderiam ocorrer tempestades muito fortes. Tais tempestades, muito mais poderosas do que as de hoje, deixaram suas marcas nos sedimentos da Formação Irati, onde os pesquisadores as reconheceram, concluindo que se tratava do fato em questão. Estas marcas são chamadas estratificações cruzadas “*Hummocky*” e teriam sido geradas por ondas de tempestades com magnitude muito maior do que as deixadas pelos maiores furacões que existem atualmente.

E como morreram?

Quando vão aos locais de coletas, os pesquisadores não se preocupam apenas em buscar material fóssil para estudar. Querem também decifrar as mensagens gravadas nas rochas para entender os fenômenos que aconteceram no passado. Assim foram descobertas as grandes catástrofes ocorridas na época dos mesossauros. Estamos falando do período chamado Permiano, que em tempo geológico significa cerca de 248 milhões de anos.

Nesta época, existia uma bacia marinha, epicontinental (o que significa localizar-se dentro do continente), com salinidade reduzida e conexão com o oceano. A subida do nível dos oceanos provocou uma transgressão marinha e em consequência houve uma entrada de águas salgadas para a bacia, favorecendo a imigração de organismos marinhos. Além destas águas salgadas, ocorreu também a chegada de águas doces, provenientes dos rios. Deste modo, formou-se uma estratificação (separação) das águas: a água salgada, mais densa, situava-se no fundo da bacia, enquanto que a água doce, menos densa, dispunha-se sobre a salgada. Como não havia intercâmbio entre estas águas, formou-se, então, um fundo tóxico devido ao rápido consumo de oxigênio nas camadas superiores, onde viviam os animais.

As grandes tempestades, que duravam dias, ocasionavam o revolvimento do fundo do mar Irati. Com isso, havia uma mistura dos diferentes níveis de água e de partículas

dos sedimentos do fundo, tóxicas devido às altas taxas de gás sulfídrico que emergiam, deixando a água turva e sem condições de vida. Os organismos habitantes das camadas superiores, antes oxigenadas, morriam intoxicados e os mesossauros, por conseguinte, pereciam tanto por falta de alimento quanto por intoxicação. Este fato ocorreu repetidas vezes, o que proporcionou a geração de diferentes camadas com restos de mesossauros, observáveis hoje quando se investigam os afloramentos.⁴

⁴ LAVINA, E.L.; ARAÚJO-BARBERENA, D.C.; AZEVEDO, S.A.K. Tempestades de Inverno e Altas Taxas de Mortalidade de Répteis Mesossauros. Um exemplo a partir do afloramento Passo São Borja, RS. *Pesquisas*, 18(1):64-70, 1991.

LAVINA, E.L. *Geologia Sedimentar e Paleogeografia do Neopermiano e Eotriássico (Intervalo Kazaniano-Scythiano) da Bacia do Paraná*. Porto Alegre: Curso de Pós Graduação em Geociências. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.

⁵ OELOFSEN, B., ARAÚJO, D. C. Paleoeological implications of the distribution of Mesosauroid reptiles in the Permian Irati Sea (Paraná Basin), South America. São Paulo. *Rev. Brasil. de Geoc.* 13(1): 1-6, 1983.

O que foi preservado?

Após a morte de qualquer indivíduo, para que se desencadeie o processo de fossilização, tanto de mesossauros quanto de qualquer outro animal, é preciso que haja determinadas condições favoráveis, bem como um soterramento rápido, evitando que o intemperismo ou outros animais atuem destruindo o indivíduo morto. Tais condições ocorreram, tendo em vista o grande número de mesossauros encontrados em locais de coleta.

Os calcários da Formação Irati foram depositados em águas rasas. Já os folhelhos depositaram-se em águas relativamente mais profundas, com a formação de um fundo altamente tóxico (H₂S) e salino. Como havia ampla distribuição de mesossauros ao longo do mar Irati, estes acabaram preservando-se tanto nos calcários quanto nos folhelhos. Hoje, encontra-se uma grande quantidade de ossos destes répteis, desde o Estado de Goiás e Mato Grosso até o Rio Grande do Sul (Figura 7), além do Uruguai e Paraguai.⁵ Os esqueletos encontrados em pesquisas realizadas por paleontólogos apresentam-se totalmente articulados (Figuras 3, 4 e 5), com crânio, ou ossos totalmente isolados (Figura 8) e com sinais de fragmentação.

Os esqueletos articulados evidenciam que estes répteis foram soterrados com relativa rapidez, mantendo a integridade dos indivíduos em águas tranquilas. Já os restos desarticulados corresponderiam a animais soterrados em zonas de ocorrência de tempestades. O substrato onde estes ossos estavam depositados foi revolvido, retrabalhado muitas vezes; assim, os ossos fossilizados apresentam feições de fragmentação e abrasão.

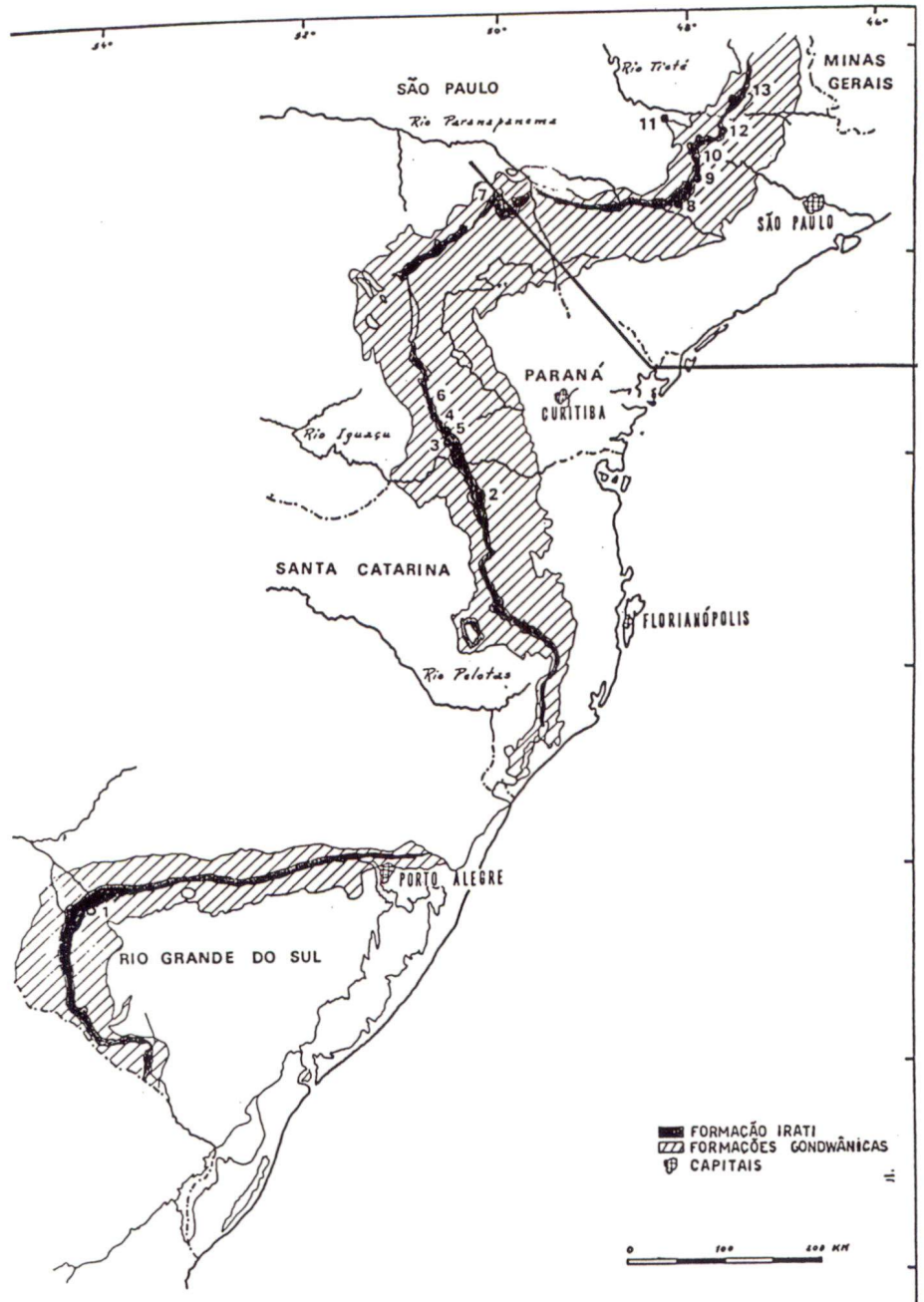


Figura 7

Mapa geológico onde se observam os principais locais de coleta de mesossauros no Brasil:

1. Passo São Borja;
2. Papanduva;
3. São Mateus;
4. Eng^o Gutierrez;
5. Estiva;
6. Irati;
7. Guapirama;
8. Itapetininga;
9. Tietê;
10. Laranjal Paulista;
11. Piracicaba;
12. Rio das Pedras;
13. Rio Claro.

(Fonte: ARAÚJO, D. C. Taxonomia e relações dos Proganossauria da Bacia do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48(1): 91-116, 1976.)

Pesquisas realizadas no Rio Grande do Sul

Pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, têm-se dedicado ao estudo de afloramentos que demonstram possuir fósseis de mesossauros. Daí as inúmeras visitas à cidade de São Gabriel, especificamente à localidade chamada Passo São Borja, com o intuito de conhecer melhor o ambiente em que viviam os mesossauros, bem como as condições que favoreceram sua grande dispersão no seu habitat (clima, salinidade da água, profundidade do mar) e as causas da sua extinção em massa, entre elas as grandes tempestades ocorridas periodicamente e as características anóxicas do fundo do mar Irati. Preocupam-se, ainda, com a coleta e preservação do acervo fóssilífero, material que tende a oferecer cada vez mais novas evidências das características biológicas daqueles répteis, como diferenças individuais, níveis de crescimento, diferentes estágios ontogenéticos dos indivíduos (estágios variando entre filhotes – figuras 3 e 9 – e adultos). Existe entretanto a necessidade de maior conhecimento da vida destes pequenos répteis, pois o que se tem hoje é o registro de sua morte com a preservação do seu esqueleto em rochas. O material se encontra à disposição, para a decifração das mensagens ali contidas.

* Lílian de L. Timm e Marina B. Soares são alunas do Curso de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dina C. Araújo-Barberena é professora do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Figura 1
Reconstituição de
Mesosaurus brasiliensis
Mac Gregor.
(Ilustração modificada de
SAGITARIUS, J. 1990).

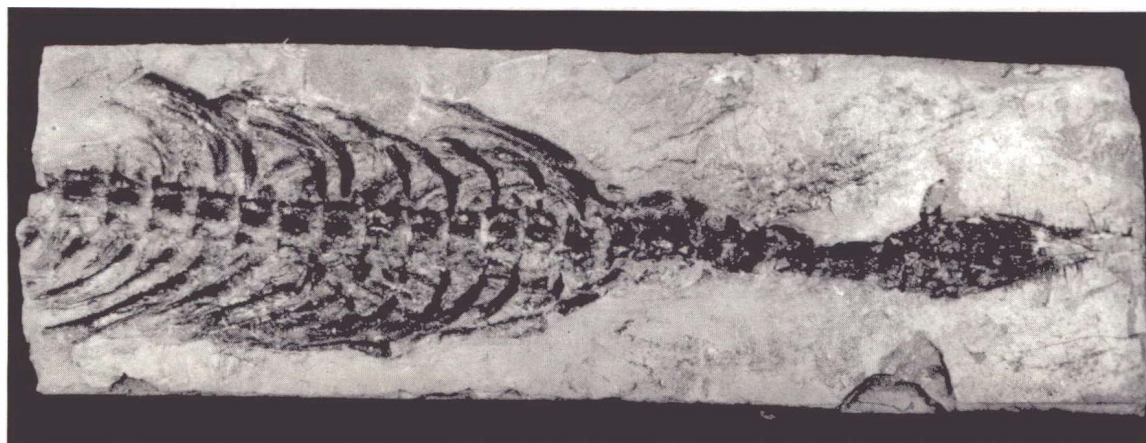
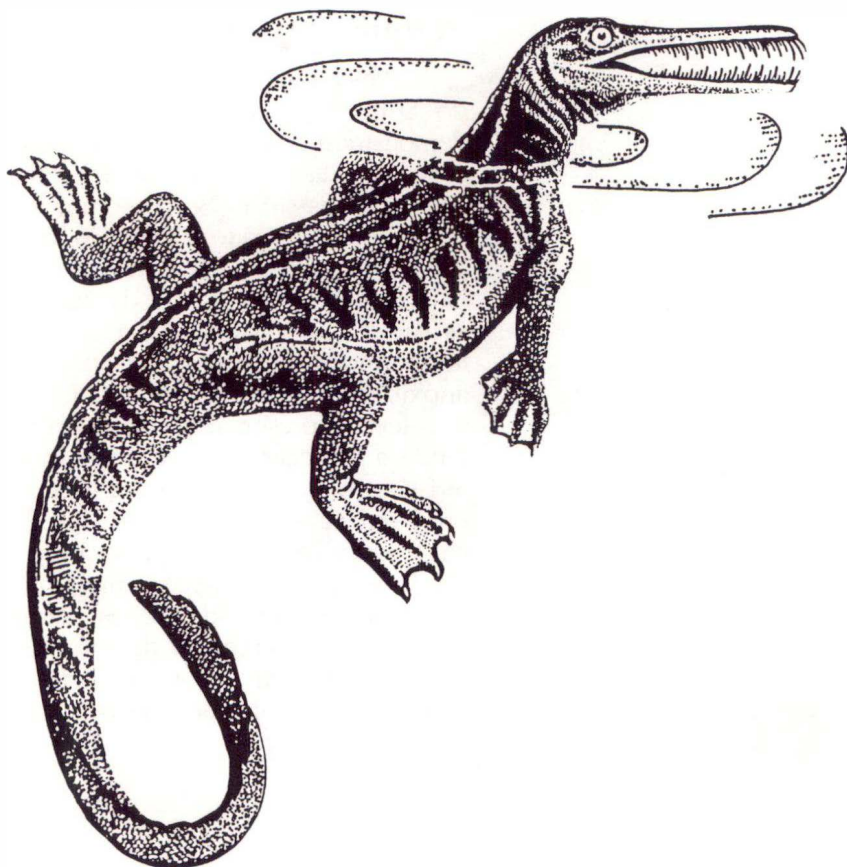


Figura 2

Fóssil de *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor, onde se observa a impressão de seus dentes grandes e delgados e suas costelas espessas. Medida: 250 mm. Coleção: DGM 534-R. (Foto: E.-E. Kischlat).

Figura 3

Formas jovens de *Stereosternum tumidum* Cope. provenientes da Formação Irati, São Paulo. (Coleção particular sem número). O maior exemplar mede 370 milímetros. (Fonte: LIMA, M. R. *Fósseis do Brasil*. São Paulo: ED SP, 1988.)

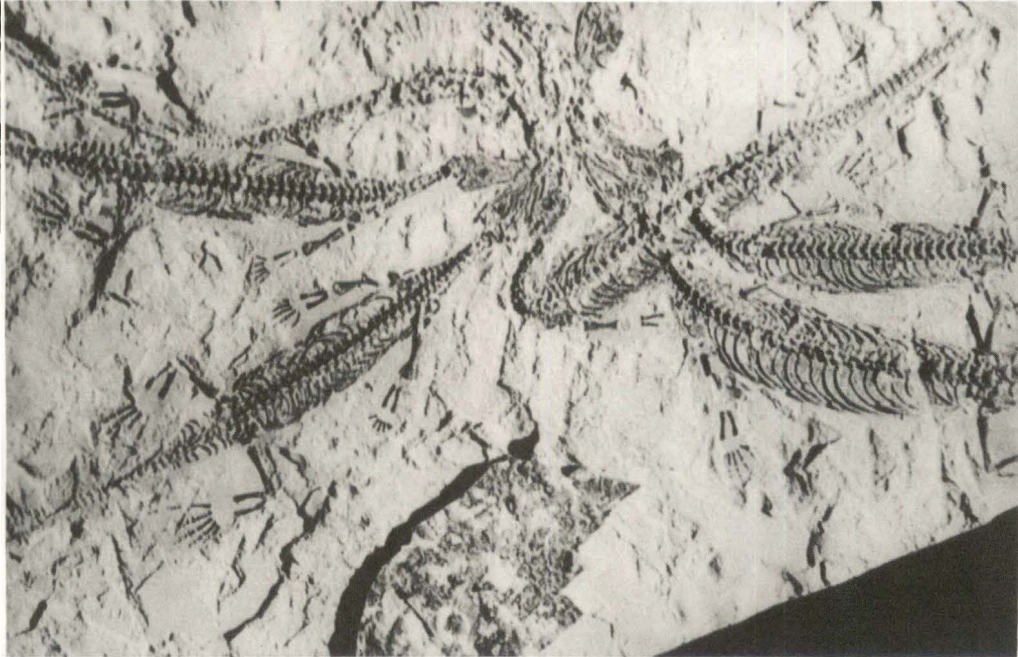


Figura 4

Exemplar de *Stereosternum tumidum* Cope. Nota-se o grande comprimento do pescoço e da cauda e a diferença entre o tamanho dos membros anteriores e posteriores. Medida: 450 mm (Retirado de LIMA, M. R. Op. cit.).

Figura 5

Espécime de *Brazilosaurus sanpauloensis* Shikama & Ozaki, Rio Claro, São Paulo.

Empréstimo do Dr. R.F. Daemon, sem número de coleção.

Nota-se o pequeno crânio quando comparado ao longo pescoço.

Observa-se, ainda, as costelas não espessadas.

(Foto: E.-E. Kischlat).

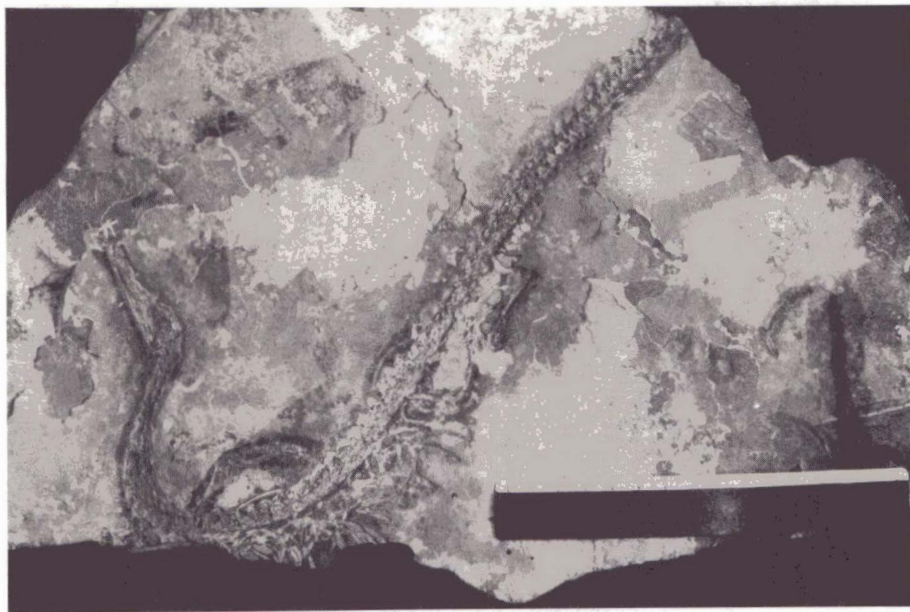


Figura 6

Detalhe do crânio
de *Brazilosaurus*
sanpauloensis
Shikama & Ozaki.

Coleção: DGM
540-R. Proveniente
de Rio das Pedras,
São Paulo.

(Foto:
E.-E. Kischlat).

Figura 8

Placa contendo ossos desarticulados de mesossauros, procedentes de Passo São Borja, Rio Grande do Sul.
Coleção: UFRGS PV0269 P.
(Foto: E.-E. Kischlat).

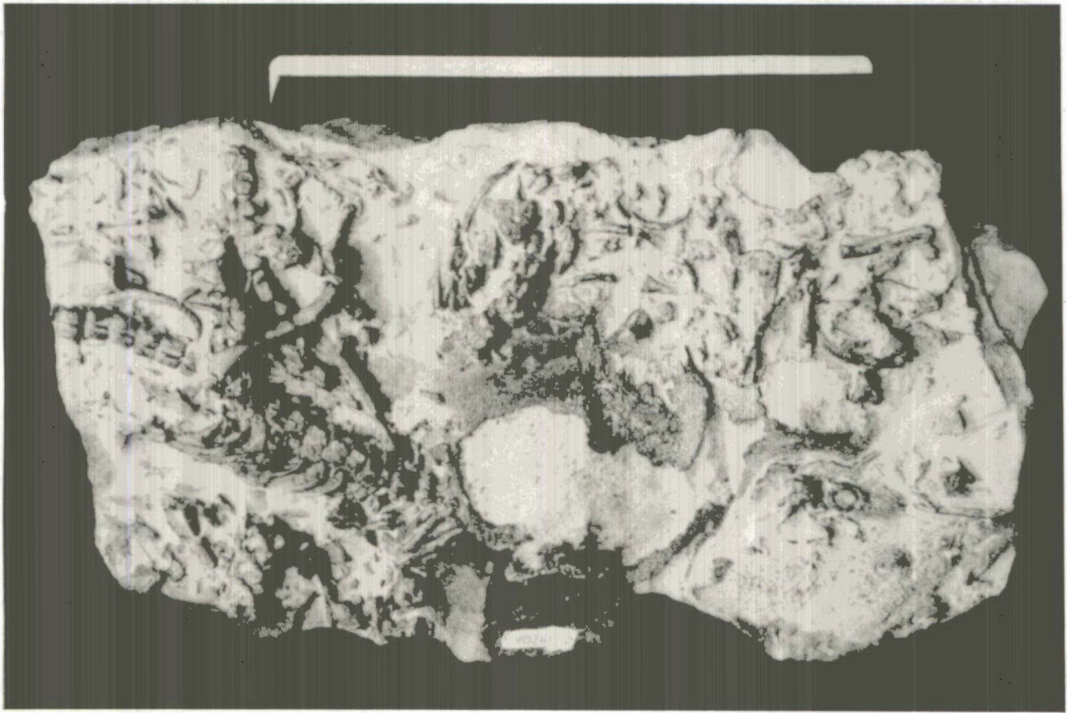


Figura 9

Fóssil de mesossauro jovem. Devido a preservação parcial de seu crânio, não foi possível a determinação do gênero e espécie a que pertencem. Sem número de coleção, UFRGS.
(Foto: E.-E. Kischlat)

MUDANÇAS FLORÍSTICAS DURANTE O TRIÁSSICO: o Gondwana no Rio Grande do Sul

Robson Tadeu Bolzon

O Período Triássico documenta importantes mudanças florísticas. Durante este período, os continentes encontravam-se unidos, formando o supercontinente Pangea. O Mar de Tétis constituía uma enseada separando a Laurásia do Gondwana, abrindo-se a leste em direção ao Paleopacífico. A grande área de terras emersas favoreceu significativas alterações climáticas: verões quentes, invernos gelados e baixa pluviosidade. Com isso, certos grupos de plantas tornaram-se menos abundantes, como foi o caso das psilófitas, licófitas, equisetales e especialmente das pteridospermas *Dicroidium* (samambaias com sementes) e grupos afins, que dominavam os ambientes úmidos do Hemisfério Sul até o final do Triássico Superior. A partir de então se verifica a sua substituição por uma flora de coníferas com ampla distribuição mundial.

O período Triássico

Uma das maiores alterações nas associações florísticas da história da Terra ocorreu durante o Período Triássico. A seqüência estratigráfica triássica raramente é completa em uma bacia, sendo comuns os hiatos que tornam difícil a correlação entre as bacias sedimentares. As divisões do período Triássico com as respectivas idades, conforme a União Internacional de Ciências Geológicas (IUGC), podem ser visualizadas na Tabela 1.

TRIÁSSICO	SUPERIOR	Rético	205
		Noriano	210
		Carniano	220
	MÉDIO	Ladiniano	230
		Anisiano	235
	INFERIOR	Scitiano	240
			250

Tabela 1: Divisão do Período Triássico com as respectivas idades em milhões de anos (elaborado a partir de Cowie & Basset¹).

¹ COWIE, J. W. & BASSET, M. G. Global Stratigraphic Chart. In: BRIGGS, D. E. G. & CROWTHER, P. R. *Paleobiology a sintbeses*. Cambridge: Blackwell, 1989.

² SALGADO-LABORIAU, M. L. *História Ecológica da Terra*. São Paulo: Edgard Blücher, 1994.

³ PARRISH, J. T. Gondwana paleogeography and paleoclimatology. In: TAYLOR, T. N. & TAYLOR, E. L. eds. *Antarctic paleobiology: its role in the reconstruction of Gondwana*. New York: Springer-Verlag, 1990. p. 15-26.

A litosfera, marcada por descontinuidades, constitui-se de fragmentos com zonas de estiramento nas cordilheiras submarinas e zonas de subducção nas fossas oceânicas, onde é absorvida pelo manto. Tais fragmentos da litosfera, as placas tectônicas (atualmente existem sete grandes placas, tendo sido identificadas também vinte pequenas placas), movem-se independentemente, mudando a configuração dos continentes ao longo do tempo geológico.²

As placas que correspondem à Austrália, África, Antártica, Índia e América do Sul formaram um grande continente no Hemisfério Sul, chamado Gondwana, enquanto a Laurásia, o outro grande continente, reunia as terras do Hemisfério Norte. No Carbonífero Superior (310 a 290 milhões de anos atrás), o Gondwana colidiu com a Laurásia formando o supercontinente Pangea.³

Durante o Período Triássico observam-se importantes ocorrências: a máxima expansão do Pangea; a deriva deste supercontinente para o norte; a diminuição no nível do mar e o aumento da temperatura média global do planeta. Todos estes eventos ocasionaram significativas mudanças no clima e conseqüentemente nas biotas terrestres, sendo verificada uma queda abrupta da diversidade.

Ao final do Triássico, verifica-se o desmembramento do Pangea, ocorrendo a abertura do Mar de Tetis que separou o Gondwana da Laurásia. No Hemisfério Sul, com a separação da América do Sul e África, iniciou-se o desmembramento do Gondwana.

Paleogeografia

A existência do Pangea como uma massa de terra única do Carbonífero Superior ao Jurássico Superior (entre 152 a 135 milhões de anos atrás) é sustentada pela alta percentagem de *taxa*, comuns aos diversos afloramentos fossilíferos. Esta elevada afinidade taxonômica, numa área tão extensa, somente poderia ser possível se os continentes estivessem unidos e existisse migração intercontinental.⁴

Nesse sentido, os mapas paleogeográficos requerem para sua preparação o uso de diferentes dados e técnicas. A definição do contorno dos continentes e a determinação das paleolatitudes são baseadas em dados paleomagnéticos,⁵ e as grandes mudanças na configuração das placas são determinadas com base em dados de orogenias. Por último, utilizam-se os parâmetros biogeográficos e a distribuição de rochas sedimentares indicadoras climáticas, como por exemplo: o tilito que se forma sob espessa camada de gelo; o carvão que indica clima úmido e os evaporitos ou paleossalinas, associados a clima quente e seco.

A área do supercontinente Gondwana foi superior a $100 \times 10^6 \text{ Km}^2$, enquanto a área de terra exposta da Laurásia foi de aproximadamente $58 \times 10^6 \text{ Km}^2$.⁶ De acordo com Tucker & Benton, o Pangea moveu-se cerca de 20° de latitude na direção norte durante o Triássico.⁷ Com esta migração e um leve giro no sentido horário, as massas de terra ganharam simetria em relação ao equador.

O desenvolvimento máximo do Pangea teria ocorrido na passagem Triássico Médio/Superior com o nível do mar mais baixo, em relação ao Paleozóico, sendo o Triássico conhecido por isso como um período dominado por processos continentais e caracterizado por intenso intemperismo, erosão e deposição.⁸ Segundo Parrish e colaboradores não foram encontrados tilitos no Triássico, indicando um período sem glaciação.⁹ A ocorrência de carvão é rara, constatada na Índia e numa localidade na Antártica, enquanto os evaporitos dominavam nas áreas de baixa latitude.

O clima do Gondwana

A circulação atmosférica global constitui um dos fatores decisivos na distribuição das zonas climáticas da Terra. Em um planeta idealizado, com superfície homogênea, podem

⁴ POUGH et al. *A vida dos vertebrados*. São Paulo: Atheneu, 1993.

⁵ Conforme SALGADO-LABORIAU, M. L. Op. cit., quando um material magnético esfria, os cristais adquirem magnetização, que fica paralela ao campo magnético terrestre.

⁶ PARRISH, J. M.; PARRISH, J. T. & ZIEGLER, A. M. Permian-Triassic Paleogeography and Paleoclimatology and Implications for Therapsid Distribution. In: HOTTON, N. et al. eds. *The Ecology and Biology of Mammal-like Reptiles*. Washington: Smithsonian Institution, 1986. p. 109-131.

⁷ TUCKER, M. E. & BENTON, M. E. Triassic environments, climate and reptile evolution. *Paleogeography, Paleoclimatology e Paleoecology*, Amsterdam, 40: 361-379, 1982.

⁸ WING, S. L. & SUES, H. In: BEHRENSMEYER, A. K. et al. eds. *Terrestrial ecosystems through time*. Chicago: University of Chicago, 1992.

PARRISH, J. M. et al. Op. cit. TUCKER, M. E. & BENTON, M. E. Op. cit.

⁹ PARRISH, J. M. et al. Op. cit.

existir os seguintes sistemas: baixa pressão e alta precipitação no equador e 50-60° de latitude (aproximadamente) e alta pressão e baixa precipitação nos pólos e em cerca de 30° de latitude. Os ventos podem ser: equatoriais, com sentido oriental em latitudes aproximadas de 20° Norte e Sul; orientais entre 35° e 50° de latitude e polares com sentido oriental em latitudes maiores que 65°. Estes padrões zonais, isto é, paralelos à latitude, representam o efeito de rotação terrestre e das trocas de calor entre o equador e os pólos. No entanto, a heterogeneidade da superfície terrestre cria um regime mais complexo que o gerado pelo gradiente de temperatura entre o equador e os pólos. Por esta razão, os padrões zonais são quebrados nos continentes e ao longo deles pela diferença de temperatura terra-mar. Ainda mais, a circulação atmosférica pode conter um forte componente zonal, devido à grande extensão dos continentes.

Em casos de reconstruções paleoclimáticas pode-se lançar mão de três técnicas. A primeira envolve um estudo sobre a distribuição de rochas sedimentares indicadoras climáticas. Assim, climas úmidos podem ser inferidos pela presença de carvão e climas secos (áridos) são sugeridos pela ocorrência de gipsita e evaporitos. O segundo método, o paleoecológico, é estabelecido pela distribuição de vários grupos de animais e de plantas que respondem às mudanças climáticas. O último método é de natureza física, e visa a determinação das temperaturas absolutas pelo estudo de isótopos de ^{16}O e ^{18}O em conchas.¹⁰

Parrish e outros autores consideram que os controles do padrão geral de circulação não mudaram ao longo do tempo. Para eles, o intervalo de tempo entre o Permiano e o Jurássico corresponde a um período de transição no clima global.¹¹ As intensas glaciações continentais no Carbonífero Superior alteram-se para condições quentes durante o Mesozóico. Vakhrameev refere-se a uma abrupta desertificação climática iniciada no Permiano e com clímax no Triássico Inferior, processo facilitado por uma considerável regressão dos mares epicontinentais.¹²

O clima do Triássico Inferior apresentou condições amplamente quentes e secas e continuou sendo quente no Triássico Médio e Superior, mas, com zonas úmidas em algumas regiões.¹³ Dickins ressalta entretanto que outras características climáticas precisam de levantamentos sistemáticos para serem usadas com maior segurança em simulações por computadores.

Durante o Permiano, 64% da massa terrestre exposta estava ao sul do equador. No Triássico Inferior, estas massas estavam dispostas quase simetricamente ao longo do equador, enquanto no Jurássico Inferior a maior parte dela (51%) estava

¹⁰ VAKHRAMEEV, V. A. *Jurassic and Cretaceous flora and climates of the Earth*. Cambridge: Cambridge University, 1991.

¹¹ PARRISH, J. M. et al. Op. cit.

¹² VAKHRAMEEV, V. A. Op. cit.

¹³ DICKINS, J. M. Climate of the Devonian to Triassic. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, Amsterdam, 100: 89-94, 1993.

¹⁴ PARRISH, J. M. et al. Op. cit. PARRISH, J. T. Op. cit.

¹⁵ PARRISH, J. T. Op. cit.

¹⁶ PARRISH, J. T. Op. cit.

¹⁷ HOLZ, M. & SHERER, C. Caracterização paleoclimática dos sedimentitos da Formação Santa Maria (Triássico Médio/Superior) da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, *Boletim de Resumos*, Camboriú: SBG, 1994. p. 90-91.

¹⁸ RETALLACK, G. L. Reconstructing Triassic vegetation of eastern Australasia: a new approach for the biostratigraphy of Gondwanaland. *Alcheringa*, v.1, p. 247-277, 1977.

ao norte. Neste caso, o tamanho dos continentes pode ter ocasionado dois efeitos importantes: a quebra da circulação atmosférica zonal e o estabelecimento de uma circulação monçonal, a qual alternando-se sazonalmente, intensificou-se durante o Triássico.¹⁴ O sistema de circulação monçonal não existe atualmente, sendo comparável apenas ao observado no grande continente Asiático, localizado em latitude média, com a presença de montanhas ao sul e leste.¹⁵

No Gondwana, no entanto, a sazonalidade pode ter sido forte devido ao isolamento da influência amenizadora do oceano circundante (Paleopacífico) na porção interior do continente. A temperatura e especialmente a precipitação podem ter variado de acordo com as estações. O grande tamanho do continente pode indicar também que o interior era árido, embora em baixas latitudes uma estação chuvosa poderia ser sazonal.¹⁶

As evidências faciológicas e paleontológicas no Triássico Médio/Superior do Rio Grande do Sul, indicam um regime climático caracterizado por rápidos períodos de intensa precipitação, provavelmente sazonais, alternados com intervalos de menor umidade. Em direção ao topo da seqüência triássica (final do Triássico), as evidências mostram um acréscimo da umidade.¹⁷

Paleoflorística

Os estudos paleoecológicos com plantas fósseis apresentam algumas dificuldades para sua realização. Ocorre que uma associação de vegetais atuais constitui uma comunidade de composição florística definida, com estrutura e habitat relativamente uniformes. Tais comunidades, compostas por espécies com ampla distribuição, espécies comuns em outras associações e espécies aparentemente restritas (endêmicas), podem agrupar-se em categorias maiores com base na sua forma de vida e habitat.

Quando um vegetal morre, suas partes tendem a se desarticular. Os diferentes órgãos vegetais (raiz, caule, folha e frutificações) apresentam variação quanto à composição química e conseqüentemente quanto ao potencial de preservação (capacidade de preservação do resto orgânico). Além disso, determinados processos tafonômicos (desarticulação, transporte, deposição e condições de sepultamento) promovem mudanças quantitativas e qualitativas nas associações originais.

O conjunto de plantas de um determinado período, a flora, pode ser denominada pelo gênero típico, o qual pode não estar presente em todas as localidades florísticas, e apresentar uma ampla distribuição estratigráfica.¹⁸

Assim, em casos de reconstruções paleoflorísticas, devem ser considerados três parâmetros: a amplitude do intervalo de tempo (o menor intervalo de tempo possível); a distribuição mínima da flora para ser considerada como uma amostra significativa; e os *taxa* e a taxonomia (os *taxa* usados devem ser facilmente reconhecidos).¹⁹

¹⁹ BARNARD, P. D. W. Mesozoic floras. *Special Papers in Paleontology*, (12): 175-187, 1973.

As Floras Triássicas

As Floras Triássicas não apresentaram um marcado provincialismo, provavelmente refletindo a zonação climática monçonal e a pronunciada sazonalidade. Barnard reconheceu três regiões florísticas no Triássico – Angara, Euroamericana e Gondwana – sendo, porém, pequenas as diferenciações entre elas, o que torna difícil definir seus limites.²⁰ (Figura 1).

²⁰ BARNARD, P. D. W. Op. cit.

No Gondwana, durante o Triássico Inferior, a Flora *Glossopteris* foi gradualmente substituída pela Flora *Dicroidium*. Para Meyen, o gênero *Dicroidium*, dominante na nova flora, ocorre associado a frutificações do tipo *Umkomasia*, *Pilophorosperma* e *Pteruchus* e caules do tipo *Rhexoxylon*. Nesta flora também estão presentes Coníferas (*Voltziopsis* e *Rissikia*) e imigrantes nórdicos *Lepidopteris* e *Peltaspermum*. Em alguns locais ocorrem ainda numerosas Sphenopsida (*Neocalamites*), Pteridófitas (*Todites*, *Cladophlebis*, *Asterotheca*), Cicadófitas de origem nórdica (*Taeniopteris*, *Otozamites*, *Pseudoctenis*) e Ginkgófitas (*Ginkgoites*, *Baiera*, *Sachyopitys*).²¹

²¹ MEYEN, S. *Fundamentals of Paleobotany*. Cambridge: Chapman and Hall, 1987.

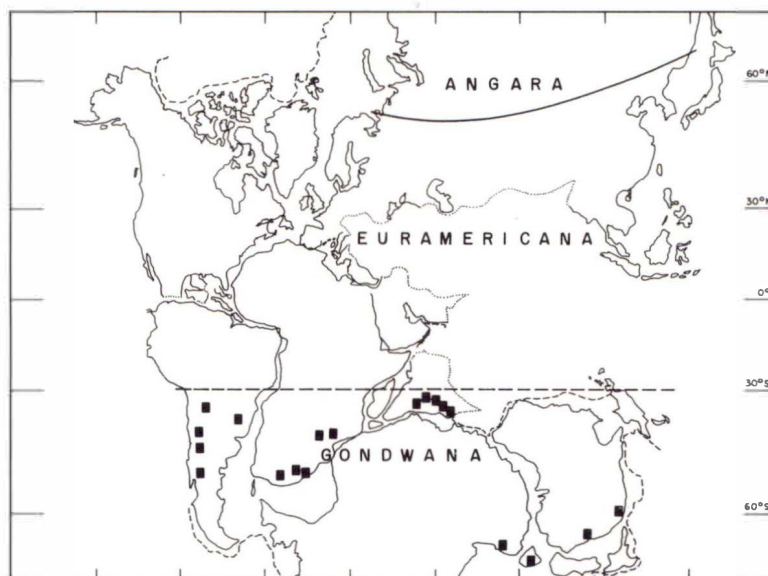


Figura 1: Distribuição das regiões florísticas do Triássico: Angara, Euroamericana e Gondwana. (modificado de Barnard²²).

■ Distribuição da Flora *Dicroidium* no Gondwana.

²² BARNARD, P. D. W. Op. cit.

A Flora *Dicroidium* ocorre notadamente na Índia, sugerindo que esta região esteve ligada ao Gondwana. A distribuição deste grupo de plantas, portanto, confinava-se a este continente, que incluía, além da Índia, a África, a América do Sul, a Austrália e a Antártica.²³

²³ VAKHRAMEEV, V. A. Op. cit.

Alguns autores reconhecem durante o Triássico Inferior e início do Triássico Médio uma flora transicional conhecida por Flora *Pleuromeia*, caracterizada pela ampla distribuição da licopsida *Pleuromeia*, cujo caule não ramificado media aproximadamente 1 metro. Formava bosques monodominantes ao longo de costas marítimas e margens de lagos no interior dos continentes; sua distribuição em latitudes altas e baixas sugere, por sua vez, um clima quente e a ausência de sazonalidade climática. A partir da segunda metade do Triássico, esta flora foi gradualmente substituída por grupos básicos emergentes de plantas do Mesozóico, isto é, Dipteridaceae, Mataniaceae, Marattiaceae, fetos e gimnospermas (Peltaspermales, Cicadales, Bennetitales, Ginkgoaceae, Czekanowskiaceae).

No Triássico Médio observa-se uma ampla distribuição geográfica de certos gêneros, não sendo nítida a delimitação geográfica das floras nas regiões Siberiana, Euroamericana e Gondwana.²⁴

²⁴ VAKHRAMEEV, V. A. Op. cit.

A Flora *Dicroidium* desenvolveu-se num amplo cinturão em torno do Hemisfério Sul, entre 30° S até latitudes superiores a 60° S, na Tasmânia e no continente Antártico. A uniformidade climática do Triássico pode explicar a presença de vegetação em altas latitudes, como observado nas regiões Angara e Gondwana.²⁵

²⁵ BARNARD, P. D. W. Op. cit.

Ao final do Triássico Inferior verifica-se uma crise inicial nesta flora, com aumento do domínio das Coníferas. No Triássico Médio/Superior ocorre diminuição da diversidade florística nas regiões equatoriais, culminando com o desaparecimento da Flora *Dicroidium* durante o Triássico Superior. A nova flora (Flora de Coníferas) caracteriza-se pela presença de plantas com folhas pequenas, samambaias Dipteridaceae e Matoniaceae, Pteridospermas, Caytoniales, Bennetitales, Nilssoniales e Ginkgoales.²⁶

²⁶ WING, S. L. & SUES, H. Op. cit.

Paleoecologia dos Vegetais Mesozóicos

De acordo com alguns autores, a Flora *Dicroidium* constituiu diferentes tipos de vegetação, tendo habitado locais abertos, margens de rios e lagos, além de terras altas secas, e mais, que esta flora sugere um clima com ausência de período frio.

Neste sentido, Retallack reconheceu, numa transversal da costa até centenas de quilômetros, as seguintes associações

de plantas no continente Gondwana (Triássico Médio) às margens do Paleopacífico: mangue, “pântano costeiro de terras elevadas”, florestas de planície de inundação, florestas de xerófitas e florestas semelhantes às matas galerias.²⁷

No Mesozóico são reconhecidos outros dois tipos de vegetação (equivalentes neste trabalho à Flora de Coníferas): as florestas lenhosas sempre verdes de *Brachyphyll* e as florestas decíduas de *Phoenicopsis*. *Brachyphyll* é um nome coletivo para diversas coníferas – Araucariaceas, Taxodiaceas e Cheiropodiaceas – taxonomicamente convergentes e com folhas de tamanho pequeno. De outra parte, as florestas decíduas, formadas basicamente por Ginkgófitas, Czekanowskiales e Pinaceas primitivas, eram constituídas por plantas com folhas agrupadas em pequenos ramos.²⁸ Pteridófitas (samambaias), Cicadófitas, Podozamitaceas e outras coníferas arbustivas cresciam sobre as copas das florestas de *Brachyphyll* e *Phoenicopsis*. As Cicadófitas refletem extensas formações arbustivas onde cresciam várias Bennetitales, Nilssonias, Caytoniales e coníferas arbustivas, samambaias e Equisetales, abundantes em deltas e planícies costeiras, sugerindo pântanos ou brejos de samambaias. A composição florística dos pântanos de samambaias mudaram ao longo do tempo, sendo dominados no Triássico Superior-Jurássico por samambaias Osmundaceas e *Neocalamites*; no Jurássico Médio e Cretáceo Inferior, por samambaias arborescentes com afinidade a Dicksoniaceas e *Equisetum*, e no Cretáceo Superior por *Anemia dicksoniana*, *Cyathea sp.* e *Cladophlebis frigida*.

As associações de plantas do Mesozóico, diferentes dos modelos atuais de vegetação, são vagamente comparáveis às florestas de Araucárias, aos pântanos de *Dicksonia* da Austrália, às florestas de sequóias da Califórnia e aos pântanos da Flórida. Não havia comunidades de plantas ecologicamente equivalentes às florestas tropicais ou savanas. Ginkgófitas eram incomuns, ocorrendo em terras altas.

A vegetação triássica no Rio Grande do Sul

As ocorrências de fósseis vegetais do Triássico no Rio Grande do Sul estão concentradas na região central do estado. Os restos vegetais aparecem como impressões, sem restos orgânicos preservados, em sedimentos argilosos. Também são encontrados caules silicificados em sedimentos arenosos ou rolados em sedimentos de idades variadas.

Os trabalhos sobre a estratigrafia do intervalo sedimentar Triássico do Rio Grande do Sul não chegam a um consenso, existindo atualmente diferentes concepções. O intervalo e o ambiente deposicional que apresentam associações de plantas

²⁷ RETALLACK, G. L. Op. cit.

²⁸ KRASSILOV, V. A. Changes of Mesozoic vegetation and extinction of Dinosaurs. *Paleogeography, Paleoclimatology e Paleocology*, Amsterdam, 34: 207-224, 1981.

²⁹ GAMERMANN, N. Formação Rosário do Sul, *Pesquisas*, 2(1): 5-35, 1973.

³⁰ BORTOLUZZI, C. A. Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, 4(1): 7-86, 1974.

³¹ ANDREIS, R. R. et al. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31. Camboriú, *Anais...* Camboriú: SBG, v.2, 1980. p. 659-673.

³² FACCINI, U. F. *O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul*. Brasil: Porto Alegre. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geociências, UFRGS, 1989.

³³ BORTOLUZZI, C. A. et al. Taoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil – II. Representantes de Pteridospermopsida e Pteridophylla. *Bol. IG-USP*, 15:105-114, 1984.

BORTOLUZZI, C. A. et al. Taoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil: I-Equisetales, Ginkgoales, Coniferales e Pteridophylla. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8, 1983, Rio de Janeiro, *Sér. Geologia*, n.27 *Paleont./Estratig.*, Brasília: MME-DNPM, 2. p. 539-549, 1985.

BORTOLUZZI, C. A. et al. Taoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil: III-*Dicroidium odontopteroides*, *Dicroidium zuberi* e variações relacionadas a estas espécies. *Pesquisas*, 17: 215-232, 1985.

GUERRA SOMMER, M. et al. A Tafloflora Triássica da Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Brasil e sua importância Bioestratigráfica. CONGRESO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA, SIMPOSIO SOBRE FLORAS DEL TRIASICO TARDIO, SU FITO GEOGRAFIA Y PALEO ECOLOGIA, *Memoria*, México: ALPP, p.3-41, 1985.

³⁴ BORTOLUZZI, C. A. Op. cit., 1974.

ANDREIS, R. R. et al. Op. cit.

³⁵ GUERRA SOMMER, M. et al. Op. cit.

³⁶ BOLZON, R. T. & GUERRA SOMMER, M. Considerações sobre a Tafonomia da Lignitoflora Mesozóica do Rio Grande do Sul. *Acta Geológica Leopoldensia*, 39/1(27):109-115, 1994.

³⁷ GAMERMANN, N. Op. cit.

³⁸ BORTOLUZZI, C. A. Op. cit., 1974 e ANDREIS, R. R. et al. Op. cit.

³⁹ FACCINI, U. F. Op. cit.

⁴⁰ MINELLO, L. F. As "Florestas Petrificadas" da região de São Pedro do Sul e Mata, RS. III. Análise morfológica megascópica, afinidades e considerações paleoambientais. *Acta Geológica Leopoldensia*, 39/1(27):75-91, 1994.

⁴¹ HERBST, R. & LUTZ, A. I. *Rhexoxylon brasiliensis* n.sp. (Corystospermaceae, Pteridospermales) from the upper Triassic Caturrita Formation, Brazil, with comments on biology and environment. *Medd. Rjks Geol. Dienst*, 42:21-30, 1988.

⁴² RAU, W. *Cedroxylon canoasense*, una madera fósil nueva del Rio Grande del Sur. *Rev. Sudamer. de Botanica*, 1(1/6): 169-172, 1934.

⁴³ LUTZ, A. I. & HERBST, R. Una nueva especie de *Rhexoxylon* del Triasico de Barreal, San Juan, Argentina. SIMP. ARGENTINO PALEOB. PALIN., 8, Buenos Aires, *Publi. Esp.* Buenos Aires: Asoc. Paleontol. Argent., (2):73-76, 1992.

⁴⁴ MEYEN, S. Op. cit.

fósseis correspondem à Formação Rosário do Sul,²⁹ Fácies Passo das Tropas – Formação Santa Maria e Membro Caturrita – Formação Botucatu;³⁰ Formação Santa Maria e Formação Caturrita³¹ ou a Sequência II e Sequência III.³² No Rio Grande do Sul, a Flora *Dicroidium* ocorre como impressões, tendo sido estudada por Bortoluzzi *et al.* e Guerra-Sommer *et al.*,³³ a partir do material coletado em afloramentos pertencentes à Formação Santa Maria, conhecidos como Passo das Tropas e Parque Dom Antônio Reis (Município de Santa Maria). O primeiro afloramento situa-se estratigraficamente no contato com a Formação Rosário do Sul ou Formação Sanga do Cabral e o segundo no contato com o fácies Alemoa, da parte superior da Formação Santa Maria ou Membro Alemoa.³⁴ A análise efetuada pelos autores indicou a presença dos seguintes grupos: Sphenopsidas (*Neocalamites* sp.); Pteridospermas (*Dicroidium acutum*, *D. argentinum*, *D. stelzneriana*, *D. elongatum*, *D. odontopteroides* e *D. zuberi*); Pteridófitas (*Cladophlebis* sp. e *Tetraptilon* aff. *heteromerum*); Ginkgófitas (*Ginkgoites antarctica*, *Sphenobaiera* sp. e *Stenorachis* sp.); Coníferas (*Podozamites*) e *Incertae sedis* (*Pteruchus* sp.; *Tetraptilon* aff. *heteromerum*; *Taeniopteris* sp. e *Sewardia* sp.). O intervalo sedimentar que apresenta esta associação corresponde bioestratigraficamente ao Anisiano Superior/Ladiniano.³⁵

Os caules silicificados distribuem-se amplamente numa faixa leste-oeste de 200 Km, embora o mais expressivo registro ocorra nas regiões de São Pedro do Sul, Mata e Santa Maria.³⁶ Existem dificuldades para se estabelecer o exato posicionamento estratigráfico dos níveis contendo caules silicificados, pois grande parte dos exemplares são encontrados rolados sobre sedimentos de idades variadas. Os poucos locais onde os exemplares estão inclusos em sedimento correspondem a arenitos vermelhos de origem fluvial. O posicionamento estratigráfico destes arenitos estaria vinculado ao Triássico,³⁷ Triássico Superior,³⁸ Triássico Superior- Rético,³⁹ ou ainda ao Jurássico, intervalo Hetagiano-Toarciano.⁴⁰ Para estas associações foram descritos *Cedroxylon canoasense* Rau, 1934, coletado num poço em Canoas (Rio Grande do Sul), em "tabatinga vermelha" e *Rhexoxylon brasiliensis* Herbst & Lutz, 1988, coletado na região nordeste de São Pedro do Sul, Formação Caturrita.⁴¹ O material descrito por Rau necessitaria revisão, sendo, no entanto, *Rhexoxylon* um elemento de importante discussão bioestratigráfica.⁴² As espécies conhecidas do gênero são poucas e exclusivamente gonduânicas,⁴³ ocorrendo associadas a Flora *Dicroidium*.⁴⁴ Segundo Lutz & Herbst, *Rhexoxylon africanum* e *R. tetrapteridoides* procedem da África do Sul, Bacia de Karoo. Na Argentina são conhecidos *R. piatnitzkyi* ocorrendo na Formação Ischigualasto e

⁴⁵ PETRIELLA, B. Sinopsis de las *Corytospermaceae* (Corytospermales, Pteridospermophyta) de Argentina. III. Troncos y cronoestratigrafía. *Ameghiniana*, 20(1-2):41-46, 1983.

⁴⁶ MEYER-BERTHAUD, B. et al. Petrified stems bearing *Dicroidium* leaves from the Triassic of Antarctica. *Paleontology*, 36(2):337-356, 1993

⁴⁷ BORTOLUZZI, C. A. Op. cit., 1974.

BOLZON, R. T. *A lignitaeflora Mesozóica do Rio Grande do Sul (Brasil): métodos de estudo e considerações sobre tafonomia, paleoecologia e paleoclimatologia*. Porto Alegre. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Geociências. UFRGS, 1993.

* Robson Tadeu Bolzon é professor do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná.

Rhexoxylon sp. nov. na Formação Barreal, além de uma nova espécie *Rhexoxylon* sp. para a Antártica, na Formação Fraemow. Segundo Petriella, *R. piatnitzkyi* teria distribuição estratigráfica correspondente ao Carniano Inferior/Noriano Inferior.⁴⁵ A espécie nova da Formação Barreal, descrita por Lutz & Herbst, pertenceria ao Triássico Médio/Superior. Ao descreverem caules silicificados associados com folhas de *Dicroidium* na Antártica, Meyer-Berthaud *et al.* comentam que a Formação Fraemow é considerada do Triássico Médio.⁴⁶ O intervalo de distribuição de *Rhexoxylon* corresponderia ao Anisiano/Noriano.

Os aspectos apontados para as floras do Triássico do Gondwana sugerem que a flora representada pelos caules silicificados teria provavelmente substituído a Flora *Dicroidium*, reconhecida para o intervalo Anisiano Superior/Ladiniano. As evidências de mudanças climáticas no Rio Grande do Sul, durante a passagem Triássico Médio/Superior, reforçam esta hipótese. A presença de *Rhexoxylon*, mesmo tendo sido encontrado rolado, indica que esta flora seria do Triássico Superior, provavelmente Carniano ou Noriano. Cabe ressaltar que estratigraficamente os níveis com caules silicificados poderiam ter uma ampla distribuição vertical⁴⁷ e as associações do Rético e Jurássico corresponderiam aos níveis mais jovens. Em determinados afloramentos ocorrem caules retrabalhados inclusos em arenitos vermelhos, provavelmente do Cenozóico.

**AS “FLORESTAS
PETRIFICADAS” DA
REGIÃO DE
SANTA MARIA:
histórico, legislação e
destinação**

Luiz Fernando Minello

As ocorrências fósseis paralelas às escarpas da Serra Geral, compreendidas entre os municípios de Santa Maria e Jaguari, compõem até o momento os maiores afloramentos do Rio Grande do Sul e provavelmente do país. Contudo, nunca houve correspondência entre a importância do patrimônio fossilífero desta região e as pesquisas com vistas a caracterizar a taxonomia da paleoflora e a descrever o processo de formação dos fósseis. Em igual medida, a legislação brasileira, apesar da clareza com que trata o assunto, carece de instrumentos capazes de regular a sua aplicação. A reversão deste quadro depende, então, da participação das comunidades envolvidas e da elaboração de projetos que contemplem, de forma harmônica, a proteção, a pesquisa, o turismo e mesmo a possibilidade de comercialização de material fóssil sob acompanhamento permanente do poder público.

Breve histórico

A primeira referência sobre fósseis na região de Santa Maria (Rio Grande do Sul) data de 1902, quando Jango Fischer relatou a presença de restos fósseis de animais no sítio da Alemoa, na cidade de Santa Maria. Tal referência faz-se necessária pois, nesta época, o atual município de São Pedro do Sul integrava o território de Santa Maria. Fischer enviou, então, o material de suas coletas a Hermann Von Hiering (Diretor do Museu Paulista) em São Paulo. Este, por sua vez, remeteu o material para o Museu de Londres aos cuidados de Arthur Smith Woodward, disto resultando a classificação do primeiro réptil da América do Sul, o *Scaphonyx fischeri*. A publicação de tal achado despertou o interesse da comunidade científica internacional sobre a região.¹

Em 1910, chega a Santa Maria o médico alemão Wilhelm Rau. A cidade, com cerca de vinte mil habitantes, cercava-se pelos afloramentos da Sanga da Alemoa onde Rau encontrou restos de cinodontes remetendo-os para a Universidade de Tübingen na Alemanha, procedimento seguido também por H. Lotz, em 1915 e 1917.² O envio destes exemplares praticamente determinou o início das atividades paleontológicas na região através da criação de vínculos que perduram até o presente momento com a Universidade de Tübingen na Alemanha. Neste período, Rau começou a estudar as madeiras petrificadas descrevendo *Cedroxylon canoaense*. A seguir, em São Pedro do Sul, Vicentino Prestes de Almeida, natural da localidade, no ano de 1925, descobriu novos fósseis animais, fato que determinou a vinda à região de Friedrich Von Huene e Rudolf Stahlecker da Universidade de Tübingen (Alemanha). Estes pesquisadores, associados a Vicentino Prestes de Almeida, realizaram coletas nos anos de 1929 e 1930, remetendo todos os espécimes para a Alemanha e a Inglaterra onde estão expostos nos Museus de Tübingen, Munique e Londres. Poucas foram as referências feitas sobre as madeiras fossilizadas na publicação dos resultados das pesquisas realizadas neste período,³ mesmo tendo Huene se hospedado na casa de Abel Luis da Silva em cuja propriedade afloravam “madeiras silicificadas” em quantidades significativas, fato que pode ser observado até hoje.

Em 1930, Moares Rego, ao estudar a geologia do Estado de São Paulo e propor sua Coluna Estratigráfica, fez referência aos fósseis das Camadas Santa Maria representados por répteis e madeiras fósseis.⁴ Posteriormente, Rau, em 1933, registrou a presença de madeiras fósseis no Município de São Pedro do Sul.⁵ Após tais citações passaram-se quase três décadas nas quais este patrimônio foi esquecido.

¹ WOODWARD, A. S. On some fossil reptilian bones from state of Rio Grande do Sul – Considerações sobre alguns fósseis do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Museu Paulista*, São Paulo, v. 7, p. 46-57, 1907.

² BELTRÃO, Romeu. Paleontologia de Santa Maria e São Pedro do Sul. Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal de Santa Maria*, Santa Maria, v. 2, p. 3-114, 1965.

³ HUENE, Friedrich von. & STAHLÉCKER, Rudolf. Observações geológicas no Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal de Santa Maria*, Santa Maria, n. 3, p. 3-99, 1931.

⁴ MORAES REGO, L. F. Geologia do Petróleo no Estado de São Paulo. *Bol. Serv. Geol. Min.*, Rio de Janeiro, v. 46, p. 1-105, 1930.

⁵ RAU, W. *Cedroxylon canoaense* una maderá fósil nueva del Rio Grande del Sur. *Rev. Sudam. Bot.*, v. 1, n. 3, p. 65-68, 1934.

As atividades paleontológicas na região de Santa Maria só foram retomadas em 1965 com os registros de Beltrão sobre a história dos achados fossilíferos e das coletas de Von Huene, além de também realizar coletas e remeter as amostras ao Museu Nacional no Rio de Janeiro. Beltrão se referiu às madeiras fósseis ou petrificadas como sendo muito frequentemente encontradas nos municípios de São Pedro do Sul e Santa Maria, a uns 25 ou 30 metros acima do horizonte dos répteis fósseis, apresentando-se como fragmentos e até como árvores praticamente inteiras. Citou a ocorrência, no corte ferroviário da estação de São Pedro do Sul, de 32 troncos, em posição horizontal, entrecruzados em todos os sentidos, tendo o mais grosso 1 metro de diâmetro e outros dois com 8 e 2 metros de comprimento. Tal achado foi atribuído a Huene e Stahlecker. Também foram encontrados troncos no Bairro Itararé (Santa Maria), perto da Igreja Santa Catarina, no perímetro urbano, tendo sido notificada ainda a existência de uma gruta construída a base de madeiras petrificadas no Seminário São José.⁶

⁶ BELTRÃO, Romeu. Op. cit.

Referindo-se à abundância dos espécimes vegetais fossilizados, Beltrão relatou: “As ocorrências de madeiras fósseis em Santa Maria e São Pedro do Sul, como em outros locais do Triássico sul-rio-grandense, talvez não autorizem a falar-se em “florestas petrificadas”, como as do Arizona, Estados Unidos da América, mas induzem a pensar que tais vegetais existiram em apreciável quantidade. Esses paleófitos do Rio Grande do Sul não têm sido muito estudados”.⁷ O autor ainda referenciou neste trabalho as plantas fósseis encontradas no local conhecido como Passo das Tropas.

⁷ BELTRÃO, Romeu. Op. cit.

Na década de 60, pessoas ou grupos isolados, nas regiões de ocorrência dos fósseis, iniciaram as primeiras coleções. Entre estes, encontramos os padres Daniel e Abraão Cargnin e o tipógrafo Walter Ilha. Inicialmente os irmãos Cargnin atuaram junto à equipe de trabalho do Professor Mário Costa Barberena da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Após algum tempo, por obrigações do clero, Daniel foi enviado à cidade de Mata, onde constatou a riqueza de fósseis vegetais e, visando preservá-los, depositou-os junto à cidade, transformando-a em uma reserva, uma verdadeira “cidade de pedra”.

Enquanto Cargnin atuava na cidade de Mata, em São Pedro do Sul, Walter Ilha começava a se interessar pelo assunto de modo similar. A atuação dos dois defensores do patrimônio fossilífero destes municípios se deu de maneira isolada e diferenciada. Enquanto Cargnin construía praças e protegia os fósseis fixando-os à cidade, Ilha pregava uma política de conscientização à população de São Pedro do Sul, utilizando-

⁸ FACCINI, Ubiratan F. *O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. 1990. 121 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, UFRGS.

JABUR, I. C. *Paleocorrentes da Formação Botucatu entre os graus de Jaguari e São Francisco de Assis e algumas considerações estratigráficas sobre o Grupo São Bento - RS*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. 1979. 87 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, UFRGS.

KATOO, Y. *Conchostráceos Mesozóicos do Sul do Brasil: Contribuição à Estratigrafia das Formações Santa Maria e Botucatu*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. 1971. 87 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, UFRGS.

LAVINA, Ernesto L. *Paleontologia, estratigrafia e bioestratigrafia da Formação Sanga do Cabral (Triássico Inferior do Grupo Rosário do Sul), na Folha de Catuçaba, Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. 1982. 114 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, UFRGS.

LAVINA, Ernesto L. *Geologia sedimentar e paleogeografia do Neopermiano e Eotriássico (Intervalo Kazaniano Scythiano) da Bacia do Paraná*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. 1992. 336 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, UFRGS.

MEDEIROS, Edgardo R. *Estratigrafia do Grupo São Bento na Região de Santa Maria e paleocorrentes da Formação Botucatu*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. 1980. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, UFRGS.

se, para isso, dos veículos de comunicação locais e estaduais e de ações judiciais contra os depredadores, atitude mantida até sua morte em 1987. Nesse sentido, pode-se citar artigos publicados em jornais regionais e estaduais – *A Razão*, *O Expresso*, *Correio do Povo*, *Folha da Tarde* – e em revistas nacionais – *Fatos e Fotos*, *Caminhos do Turismo* –, no período compreendido entre setembro de 1977 e dezembro de 1980.

A partir de 1970, o Curso de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul tornou-se o grande centro disseminador dos conhecimentos paleontológicos no Estado. O desenvolvimento de dissertações e teses a respeito da estratigrafia das seqüências Mesozóicas Gonduânicas no Rio Grande do Sul levou à delimitação de alguns problemas quanto à posição estratigráfica e composição das tafofloras Mesozóicas.⁸

Barberena dividiu o intervalo sedimentar contendo vertebrados fósseis em *Zona de Therapsida*, cujas melhores ocorrências eram as regiões de Pinheiros e Xiniquá, *Zona de Rhyngocephalia* na cidade de Santa Maria e *Zona Dicroidium*, também em Santa Maria, entre as duas anteriores e acima da *Zona de Therapsida*.⁹ Gamermann, por sua vez, descreveu os sedimentos contendo a Flora *Dicroidium* como sendo fluviais pertencendo à Formação Rosário do Sul, fácies Santa Maria, com os troncos fósseis situados no topo desta Formação, incorporados ao arenito e rolados sobre o fácies Santa Maria.¹⁰

Bortoluzzi situa a Flora *Dicroidium* dentro do Fácies Inferior da Formação Santa Maria, Membro Passo das Tropas; para o autor, os troncos fósseis encontravam-se incorporados ao Membro Caturrita da Formação Botucatu ou rolados sobre o Fácies Superior da Formação Santa Maria (Membro Alemoa).¹¹ Andreis e colaboradores situaram os troncos como incorporados à Formação Caturrita ou rolados sobre o Membro Alemoa da Formação Santa Maria, estando a Flora *Dicroidium* situada no Membro Passo-das-Tropas da Formação Santa Maria.¹²

Embora os diversos registros existentes fornecessem uma idéia da abundância das ocorrências, a abertura da estrada rodoviária (RS 453/ BR 287), ligando Santa Maria a São Vicente do Sul, em 1974, pelo Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER) do Estado do Rio Grande do Sul, permitiu o reconhecimento da vasta abundância destes troncos de grande diâmetro e comprimentos ultrapassando 20 metros.

Nos anos 70, a professora Jussara Zacarias Rondinel, da Universidade Federal de Santa Maria, começou a atuar na região, montando a coleção de paleontologia desta Universidade, reunindo exemplares da flora e fauna fósseis regionais.

MONTARDO, Dóris K. *Estudo geológico dos sedimentitos do Gondwana Superior da Região de Candelária e Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. 1982. 141 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, UFRGS.

⁹ BARBERENA, Mário C. Bioestratigrafia preliminar da Formação Santa Maria. *Pesquisas*, Porto Alegre, v. 7, p. 111-129, 1977.

¹⁰ GAMERMANN, Natálio. Formação Rosário do Sul. *Pesquisas*, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 5-35, 1973.

¹¹ BORTOLUZZI, Carlos A. Contribuição à geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 7-86, 1974.

¹² ANDREIS, Renato R.; BOSSI, G. E.; MONTARDO, Dóris K. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 31., Camboriú. 1980. *Anais...* Camboriú: SBG, v. 2, 1980 p. 674-682.

ANDREIS, Renato R.; LAVINA, Ernesto L.; MONTARDO, Dóris K.; TEIXEIRA, Ana Maria S. Considerações sobre os troncos fósseis da Formação Caturrita (Triássico Superior) no Município de Mata, RS, Brasil. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 32., Salvador. 1982. *Anais...* Salvador: SBG, v. 4, 1982. p. 1284-1295.

¹³ RONDINEL, Jussara Z.; MINELLO, Luiz Fernando.; MACIEL FILHO, Carlos L. Preservação dos fósseis paleobotânicos do Município de São Pedro do Sul, RS, Brasil. In: ENCONTRO ESTADUAL DO ENSINO DE BIOLOGIA, 1. Santa Maria, 1986. *Anais...* Santa Maria: UFSM/CCNE/CCB, v. 1, 1986.

Coleção similar já existia no Museu de Ciências Naturais Vicente Pallotti, da Escola Patronato Agrícola Antônio Alves Ramos de Santa Maria.

Na década de 80 foram criados os Museus Paleontológicos Municipal de São Pedro do Sul e Guido Borgomanero de Mata, montados com recursos das comunidades locais por Walter Ilha e Daniel Cargnin, respectivamente. O Museu Paleontológico Municipal de São Pedro do Sul, a partir de agosto de 1987, ganhou a denominação de Museu Paleontológico e Arqueológico Professor Walter Ilha em homenagem ao seu idealizador e fundador, falecido neste ano, sendo suas atividades assessoradas pela Comissão de Paleontologia e Arqueologia do Conselho Municipal de Desenvolvimento (COMUDE) criada em 1988. As atividades desenvolvidas por esta Comissão, pelo Museu, pelo Rotary Club Internacional e ainda pelo Lyons Club Internacional em São Pedro do Sul, são voltadas à conscientização da população para a preservação de seu patrimônio. No Museu Guido Borgomanero, o Conselho Municipal de Desenvolvimento e o Círculo de Amigos da Proteção Ambiental e Desenvolvimento Turístico de Mata igualmente adotaram como meta esta função preservacionista. Merecedoras de menção foram as inúmeras atividades desenvolvidas por estes órgãos e entidades, como a realização de festivais, concertos, atendimento à visitação pública nos museus, sempre voltadas à consecução de seus objetivos preservacionistas.

Deve-se mencionar, ainda, a participação da Universidade Federal de Santa Maria nestes trabalhos, no período compreendido entre 1985 e 1987, através do Núcleo de Paleontologia, que funcionou com a participação das prefeituras locais. Antes de encerrar suas atividades, surgiu deste núcleo a proposta de criação de uma Fundação de Paleontologia da Região Central do Rio Grande do Sul para administrar as questões relacionadas a este patrimônio. Em 1988, a atuação no setor foi assumida pela Pró-Reitoria de Extensão, que, em 1986, já administrara a preservação do Jardim Paleobotânico de Mata, em convênio com a prefeitura local.

Em 1986, Rondinel e outros autores publicaram o resultado de um projeto envolvendo uma equipe de discentes do Curso de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria que visou o levantamento das áreas fossilíferas vegetais.¹³ Este trabalho apresentou pela primeira vez um relato local, mediante mapeamento, em escala 1:100, da quantidade de exemplares existentes no Afloramento Antônio Lima, em São Pedro do Sul, e o problema da depredação do patrimônio fossilífero. Posteriormente Minello & Correa, preocupados com a depredação deste patrimônio, propuseram técnica alternativa

¹⁴ MINELLO, Luiz Fernando.; CORREIA, Silvia A. K. Uma nova técnica para o mapeamento das jazidas fossilíferas visando sua proteção. In.: ENCONTRO DE BIOLOGIA DA REGIÃO SUL, 2. ENCONTRO ESTADUAL DE BIOLOGIA, 1., Santa Maria, 1987. *Anais...* Santa Maria: UFSM/PADCT/CAPES, 1987, p. 97-99.

¹⁵ HERBST, Rafael, LUTZ.; A. I. *Rhexoxylon brasiliensis n. sp.* (Corystospermaceae, Pteridospermales) from the upper Triassic Caturrita Formation – Brazil, with comments on biology and environment. *Meded. Rijks. Geol. Diens.*, Maastricht, v. 42, p. 21-31, 1988.

HERBST, Rafael.; LUTZ, A. I. *Rhexoxylon brasiliensis n. sp.* (Corystospermaceae, Pteridospermales) from the upper Triassic Caturrita Formation – Brazil, with comments on biology and environment. In.: SIMPÓSIO DE PALEOBOTÂNICA Y PALINOLOGIA, 7., Buenos Aires., 1987. *Anais...*, Buenos Aires, v. 1, 1988.

¹⁶ GUERRA SOMMER, Margot.; GAMERMANN, Natálio. Mineralogia dos troncos fósseis da região de São Pedro do Sul, Triássico, Rio Grande do Sul. In.: *Anais...* Rio de Janeiro: DNPM, v. 27, n. 2, p. 597-603, 1985. (Série Geologia).

¹⁷ SANTOS, E. L.; MOREIRA, J. L. P. *Projeto Sítios paleontológicos do Estado do Rio Grande do Sul – FASE 1.* Porto Alegre, MME/DNPM – Seção de Geologia e Mineralogia, 1987. 15p. 2 mapas.

¹⁸ JUCHEN, P. L.; HOFMEISTER, T., BRUM.; T. M. N. Substâncias gemológicas do Rio Grande do Sul – modos de ocorrência e caracterização gemológica. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal, 1990. *Anais...* Natal : SBG, v. 3, p. 1436-1449.

para acelerar o mapeamento dos espécimes junto aos afloramentos.¹⁴

As coletividades de São Pedro do Sul e Mata criaram, em suas Leis Orgânicas Municipais e Legislações Complementares, instrumentos jurídicos de preservação e proteção aos fósseis, instituindo a obrigatoriedade do ensino da matéria em seus bancos escolares.

Em 1986, representantes da Organização das Nações Unidas (ONU) visitaram as jazidas de São Pedro do Sul e Mata, com a finalidade de iniciar um processo de tombamento das ocorrências fósseis da região como patrimônio da humanidade. Após a visita, os delegados da UNESCO apresentaram sugestões à elaboração do processo de tombamento da região, o que, até o presente momento, ainda não foi realizado pela falta de atendimento a tais sugestões.

Apesar do esforço que se efetuou, em diferentes níveis, nos últimos 20 anos, no sentido de caracterização e preservação, a produção científica que permitirá identificar taxonomicamente a assembléia de fragmentos de troncos petrificados é muito pobre, quase inexistente, destacando-se apenas o trabalho de Herbst & Lutz.¹⁵ Neste estudo, os autores descreveram *Rhexoxylon brasiliensis* Herbst & Lutz 1986, proveniente do afloramento Ermida, em São Pedro do Sul. De outra parte, Guerra-Sommer & Gamermann caracterizaram a mineralogia de um lenho de Gimnospermae silicificado, proveniente de São Pedro do Sul, identificando estruturas celulares preservadas por silicificação com 98% de quartzo criptocristalino e pequena quantidade de calcedônia preenchendo as fendas e espaços, sendo que a amostra apresentou fósforo e cálcio na sua composição. Estabeleceram, devido à pobreza de preservação de estruturas diagnósticas do xilema, afinidade com o gênero *Araucarioxylon* Kraus 1870.¹⁶

Merecem destaque ainda o projeto de levantamento das principais áreas de ocorrências de fósseis na região, com ênfase aos paleófitos representados pelos troncos, elaborado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), em 1987,¹⁷ e o trabalho de Juchem e outros que classificaram os troncos do Município de São Pedro do Sul como gemas de interesse comercial do Estado.¹⁸

Se, por um lado, os estudos paleontológicos nestas associações de troncos são incipientes, os dados referentes aos seus sistemas deposicionais e sua estratigrafia têm evoluído consideravelmente nos últimos anos, como resultado das inúmeras dissertações e teses que foram realizadas sobre o tema.

Legislações pertinentes ao patrimônio fossilífero

A legislação brasileira relativa ao patrimônio fossilífero sempre foi bem definida, faltando apenas instrumentos reguladores de sua aplicação. Na Constituição Federal de 1988, este patrimônio foi enumerado como um dos bens da União (Patrimônio Nacional) que, como tal, não pode ser extraído do seu local de origem ou comercializado sem o devido consentimento da mesma. Ainda, em âmbito federal, existe o Decreto-Lei Federal número 4.146 de 4 de fevereiro de 1942 do então Presidente da República, Getúlio Vargas. Neste decreto, os fósseis foram considerados como Patrimônio da Nação, tendo sua extração vinculada à autorização prévia e fiscalização do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), ficando os Museus Nacionais e Estaduais e outros órgãos similares isentos desta autorização, devendo tão somente comunicar ao órgão fiscalizador a extração do material.

Na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, encontra-se o artigo 176 que distingue os bens minerais como propriedade distinta da do solo e determina seu aproveitamento mediante autorização ou concessão exclusiva da União. Já o artigo 216 assegura aos fósseis o *status* de Patrimônio Cultural Brasileiro (item 05), competindo ao Estado promover e proteger este Patrimônio. No capítulo VI, sobre o meio ambiente, artigo 225, os parágrafos primeiro e segundo tratam da preservação do Meio Ambiente, fator que deve ser considerado quando da pesquisa e/ou extração do Patrimônio Fossilífero.

Deve-se referenciar, no âmbito federal, a Lei número 3.924 de 26 de julho de 1961 que dispõe sobre os Monumentos Arqueológicos e Pré-Históricos e que, embora não defina claramente o Patrimônio Fossilífero deixando-o subentendido dentro de suas classificações, também atribui ao Estado a responsabilidade de sua preservação.

A Constituição do Estado do Rio Grande do Sul no seu Capítulo II, Seção II, da Cultura, enquadrou os fósseis no artigo 22, item V, alínea *d*, como monumentos naturais e paisagens sob proteção do Estado e, na alínea *e*, como conjuntos de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, científico e ecológico. Já no Capítulo IV, do Meio Ambiente, o artigo 258 prevê a preservação de toda área com indícios ou vestígios de sítios paleontológicos e arqueológicos para fins de estudos. Por outro lado, a Lei número 7.231 de 8 de dezembro de 1978 que dispõe sobre o Patrimônio Cultural do Estado do Rio Grande do Sul, inclui os fósseis no seu artigo primeiro como bem paleontológico, protegendo-os.

No âmbito municipal, a Lei Orgânica do Município de São Pedro do Sul, no seu artigo 148, prevê tratamento ao patrimônio fossilífero norteado pelos princípios da Convenção das Nações Unidas sobre Patrimônio Mundial, Cultural e Natural, delimitando as áreas de ocorrência para fins de estudos científicos. A Lei Municipal número 175 de 13 de setembro de 1988 dispõe sobre a proteção de ocorrências fossilíferas e arqueológicas do Município de São Pedro do Sul, destinando-as a fins científicos, estando sua fiscalização vinculada ao Museu Paleontológico e Arqueológico Professor Walter Ilha, aos Poderes Executivo e Legislativo e ainda à Comissão de Paleontologia e Arqueologia do Conselho Municipal de Desenvolvimento (COMUDE). Ainda no Município de São Pedro do Sul existe a Lei número 94 de 11 de dezembro de 1986 que tornou obrigatória a inclusão de estudos paleontológicos no currículo das Escolas Municipais e dispôs sobre a obrigatoriedade de cada escola possuir, em sua sede, amostras de madeira petrificada do município, para conhecimento e formação de uma consciência de valorização e preservação dos fósseis existentes.

O Município de Mata possui igualmente em sua Lei Orgânica, na Seção II, da Cultura, artigo 116, alínea e, uma ressalva aos patrimônios paisagísticos, científicos e arqueológicos, onde se pode subentender os fósseis, determinando sua proteção. No artigo 144, em seu parágrafo único, prevê-se a preservação de áreas com patrimônio paleontológico para estudos até que estes sejam concluídos, devendo as áreas afetadas ser recuperadas em prazo máximo de 180 dias.

A abundante legislação no que diz respeito aos troncos fósseis provenientes do Mesozóico sul-rio-grandense, devido à importância econômica representada pelas jazidas fossilíferas, não está, no entanto, evitando a expoliação deste patrimônio. Apesar da existência de um número considerável de leis, intrigante é o fato de não haver regulamentação para nenhuma delas, de modo que as delegações de competências não estão bem definidas até o presente momento. *A priori*, esta competência foi designada ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), que não dispõe de uma regulamentação apropriada destinada exclusivamente ao assunto. Outro agravante que se junta a este fato refere-se às grandes divergências entre Sociedades e Entidades no que se relaciona às soluções a serem adotadas para a preservação do Patrimônio Fossilífero.

A inexistência de tais regulamentações determina muitos transtornos quando da necessidade de estudo deste material. Frequentemente, verifica-se o impedimento de acesso aos afloramentos pelos proprietários das terras, bem como

dificuldades de transporte dos espécimes até os centros de estudos. Como as instituições do interior, na maioria dos casos, carecem de recursos e equipamentos apropriados à laminação petrográfica dos espécimes para estudos, os mesmos são deslocados até os centros de referência como a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, ou a Universidade do Vale do Rio dos Sinos, em São Leopoldo. A burocracia que é imposta pelas empresas transportadoras, em função das proteções legais referentes aos fósseis, torna-se um verdadeiro entrave ao seu transporte. Isto torna-se ainda mais complicado na medida em que a própria legislação vigente não define claramente os procedimentos cabíveis à situação. Para a solução do problema há apenas dois caminhos: ou se faz a remessa dos fósseis como rochas (“pedras”) ou se busca o seu transporte por meios particulares ou pelas próprias instituições de pesquisa.

As instituições depositárias dos fósseis, através de seus Códigos de Coleções dos respectivos Setores de Coleções Científicas, exercem cuidados extremos em relação aos seus espécimes. Tais Códigos apresentam extrema rigidez face ao receio das complicações jurídicas que as instituições possam sofrer. Isto acaba por dificultar a retirada dos espécimes das suas coleções, criando mais um obstáculo à definição científica do exemplar.

Destino do patrimônio de madeiras fósseis

As jazidas de troncos silicificados da região de Santa Maria, somadas, apresentam uma área muito ampla de abrangência, tendo uma distribuição geográfica ao longo da Formação Caturrita numa área de 17 quilômetros quadrados aflorantes e 305 quilômetros quadrados de área potencial, delimitada pelas cotas 0 e 200 metros.¹⁹ Nesta área, os maiores maciços encontram-se nos municípios de Mata e São Pedro do Sul. A extensão da área de ocorrência, muito ampla e de difícil controle, permite a ação de depredadores. O Município de São Pedro do Sul, por exemplo, com 86 quilômetros quadrados onde se concentram as maiores ocorrências, dispõe de um efetivo policial inferior a 50 homens, que também serve à cidade de Mata, o que inviabiliza o controle da retirada do material fóssil. Fatores como a escassez de recursos dos municípios, a inacessibilidade a alguns locais de ocorrências e, sobretudo, a ausência de uma política definida sobre o assunto por parte da União, adicionam novas dificuldades ao controle.

A precariedade de recursos e outros fatores adversos não impedem as autoridades municipais de prosseguirem o

¹⁹ SANTOS, E. L. & MOREIRA, J. L. P. Op. cit.

processo de conscientização iniciado pelos precursores, Padre Daniel Cargnin e Walter Ilha, mediante a implantação de programas de esclarecimento destinados aos proprietários de áreas com ocorrências fósseis e à população em geral. A instalação de suporte e de infra-estrutura para o turismo na região se faz gradativamente, com o desenvolvimento de rede hoteleira na cidade de Mata e ainda com os programas executados por companhias turísticas que incluem visitas às florestas petrificadas de Mata e São Pedro do Sul.

De outra parte, registram-se inúmeras tentativas para solucionar o problema de comércio clandestino dos fósseis. As primeiras iniciativas neste sentido foram as do Pe. Daniel Cargnin com a utilização dos fósseis em monumentos públicos e do tipógrafo e paleontólogo amador Walter Ilha. Na década de 70, encontravam-se em funcionamento na cidade de São Pedro do Sul duas fábricas de lapidação de troncos silicificados. Walter Ilha acompanhou de perto a atividade destas indústrias, resgatando sempre parte dos exemplares processados para a criação de uma coleção local. Durante vários anos as empresas atuaram no município, sempre sob sua vigilância atenta. Quando exageros começaram a ser cometidos, Walter Ilha, via ações judiciais impetradas junto ao Ministério Público, conseguiu o fechamento das referidas indústrias, sendo o maquinário das empresas adquirido pela Prefeitura Municipal de Mata, onde continua em operação.

As considerações aqui efetuadas demonstram o processo de formação de consciência nas comunidades da região e os aspectos legais relativos ao patrimônio fossilífero. A contínua ampliação desta consciência preservacionista, observada com transparência nas ações das administrações municipais e suas coletividades, esbarra em sérios problemas que frustram seus idealizadores. Entre tais questões se pode citar o livre comércio de peças lapidadas a partir de troncos silicificados como matéria-prima, as quais podem ser encontradas com facilidade em lojas especializadas em rochas e gemas dos grandes centros, incluindo a própria capital da República.

Este fato retrata a inoperância dos órgãos federais competentes, em especial pela falta de regulamentação das leis existentes. As buscas e apreensões sistemáticas realizadas pela Prefeitura Municipal de São Pedro do Sul em ação conjunta com o Distrito do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), cumprindo mandatos, reduziram o comércio expoliatório clandestino. Durante o ano de 1988, uma busca e apreensão na firma FARSOT, em Venâncio Aires, Rio Grande do Sul, comprovou que a simples fiscalização periódica das empresas se reflete na redução da atividade predatória nos municípios de origem dos fósseis (após esta busca, as ativida-

des predatórias em São Pedro do Sul, durante 6 meses, foram reduzidas substancialmente).

As comunidades diretamente envolvidas têm proposto inúmeras soluções para os problemas, entre as quais a criação de Fundações Municipais englobando instituições cujas atividades estão relacionadas ao patrimônio fossilífero. Em São Pedro do Sul, projeto de Lei Municipal enviado à Câmara de Vereadores propôs a criação da Fundação Paleontológica Municipal de São Pedro do Sul. A Fundação administraria os fósseis animais e vegetais do município, gerando recursos próprios a partir da comercialização dos refugos usados durante o estudo dos exemplares e teria como funções: a promoção do estudo do patrimônio; a delimitação de áreas de reserva, investindo e criando infra-estrutura à pesquisa e ao turismo; a manutenção do equilíbrio ecológico nas reservas e nas áreas de pesquisa; a remoção de espécimes de locais sujeitos à depredação e seu assentamento junto às reservas; a fixação de uma política de preços; em resumo, o controle geral de quaisquer atividades relacionadas aos fósseis.

As soluções para o problema da preservação estão vinculadas ao repasse de recursos e de responsabilidades aos municípios, a exemplo do que ocorreu nas áreas de educação e saúde. Desde que acompanhados de uma política definida em legislação onde as Instituições de Pesquisa, devidamente credenciadas, atuem junto aos órgãos governamentais como fiscalizadoras, caberia às administrações municipais ou estruturas organizadas pelas coletividades locais a execução desta política. Os municípios com estruturas de pesquisa organizadas poderão permitir o comércio do material mediante a liberação de laudo técnico-científico expedido por Instituição de Pesquisa idônea, devidamente autorizada, observando a preservação de espécimes e áreas fundamentais à ciência e ao turismo. Para esta finalidade, deverão ser criados parques que servirão como repositórios de tipos com *Museus in situ*. As indústrias, com orientação de legislação local, estadual e federal, responsabilizam-se pelo processamento das amostras nos municípios de origem; pelo aproveitamento dos refugos científicos (regulamentação definida pelos órgãos de pesquisa credenciados); por investimentos nas áreas de reserva, assegurando sua manutenção, e ainda pelo transporte dos espécimes-tipo até as mesmas. As indústrias se ocupariam ainda da manutenção do equilíbrio ecológico das áreas de exploração realizando Relatórios de Impacto Ambiental e assegurando a reestruturação do ecossistema, fixando-se para isto um percentual dos lucros decorrentes das suas atividades exploratórias. Neste percentual ainda estaria incluída a instalação e manutenção do órgão executivo encarregado de criar,

zelar e cumprir a legislação em vigor, de modo a viabilizá-lo. Uma política de preços também deverá ser fixada pelo órgão executivo. Uma vez observados os requisitos anteriores, acrescidos dos anseios das comunidades locais, torna-se possível a liberação do uso de madeiras fósseis para fins comerciais.

Por outro lado, as propostas de tombamento esbarram na própria legislação, porque, depois de comprovada a importância do bem a ser tombado, no caso as madeiras fósseis, todas as ocorrências assumem igual valor, não podendo determinadas áreas ser preteridas em relação a outras. É importante salientar que a delimitação das áreas mapeadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral deixaria a descoberto as ocorrências de subsuperfície.²⁰

²⁰ SANTOS, E. L. & MOREIRA, J. L. P. Op. cit.

Em igual medida, o tombamento por espécimes e não por áreas é inviável pela legislação. Incidentes entre turistas e membros das entidades preservacionistas testemunhados no Município de Mata reforçam a inviabilidade deste tipo de tombamento. Segundo tal ótica de proteção, qualquer fragmento, por mais irrisório que seja, deverá ser preservado, implicando policiamento ostensivo sobre os mesmos. Neste caso, a ampla área e a abundância de exemplares não permitem a execução do controle e os incidentes casuais entre turistas e até mesmo pesquisadores com grupos preservacionistas serão freqüentes. Enquanto os incidentes ocorrem, os depredadores do patrimônio estarão agindo livremente, escondendo-se atrás da dificuldade de controle, o que lhes garante a impunidade.

Outra sugestão apresentada – a da criação de parques para a preservação dos fósseis – serve aos interesses dos preservacionistas mas deixa uma série de dúvidas, entre elas, a responsabilidade administrativa dos parques; a competência em relação à manutenção e exercício permanente da pesquisa; os critérios de escolha das áreas para instalação dos parques; a procedência dos recursos para pesquisa, manutenção e policiamento das áreas dos parques; e o destino das áreas com fósseis situadas fora dos parques.

Estas e outras questões vêm à luz imediatamente após a proposta de criação de um parque, estratégia que também esbarra em problemas comuns à implantação do tombamento e, sobretudo, na disponibilidade de recursos para a sua manutenção.

Enquanto soluções são propostas pelos preservacionistas, as firmas exploradoras entram com inúmeros pedidos de pesquisa e de lavra para mineração. As solicitações, no entanto, têm sido indeferidas pela atuação das sucessivas administrações do primeiro Distrito do Departamento Nacional de Produção Mineral com sede em Porto Alegre. Entre os moti-

vos que impedem os deferimentos, encontram-se a atuação permanente das entidades preservacionistas junto ao Departamento, a conscientização dos seus administradores acerca dos valores deste patrimônio fossilífero, bem como a falta de regulamentação da legislação em vigor.

As sociedades preservacionistas também estão divididas em suas opiniões quanto aos meios de preservação a serem adotados. Tal fato tem motivado discussões em congressos e reuniões desenvolvidas pela Sociedade Brasileira de Paleontologia, em seus Núcleos Regionais e em outras entidades, incluindo-se, pela primeira vez, representantes dos comerciantes, uma vez que os fósseis estão classificados como gemas e, em função disso, por interpretações duvidosas, sujeitos a comercialização.

Em síntese, é lamentável constatar que tão valioso patrimônio continue sendo expoliado por grupos minoritários, sobrepondo-se o interesse econômico ao interesse das coletividades locais e da própria ciência. Sugere-se que os diferentes setores envolvidos no problema avaliem com precisão e discernimento a questão e alcancem, com brevidade, um denominador comum que leve à superação dos impasses sob pena de assistirmos à deterioração do patrimônio nacional, contrariando os interesses da população e da comunidade científica.

* Luiz Fernando Minello é professor do Departamento de Morfologia do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul.

AS PALEOFLORAS DE CAMADAS ASSOCIADAS A CARVÕES NO RIO GRANDE DO SUL

Margot Guerra Sommer

A presença de camadas de carvão na região sul do Brasil, em seqüências sedimentares da Formação Rio Bonito na Bacia do Paraná, e o interesse econômico por elas suscitado, serviram como estímulo ao desenvolvimento de estudos paleobotânicos levados a efeito nas camadas que ocorrem no Rio Grande do Sul. Tais pesquisas tornaram possível a ampliação dos conhecimentos sobre a Flora Glossopteris e, posteriormente, à luz da Teoria da Deriva Continental, ofereceram respostas para algumas das indagações a respeito da existência de Floras Mistas e da superposição de floras de origens diversas.

A Bacia Sedimentar do Paraná, cujo nome deriva do rio homônimo, no centro leste da América do Sul, abrange uma área de 1.600.000 Km², sendo que, deste total, 1.000.000 Km² são situados em território brasileiro, em partes dos estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Apresentando sua orientação maior no eixo NNW, esta bacia abrange, na direção Norte-Sul, quase 2.000 Km em território brasileiro. Na região correspondente ao litoral sul de Santa Catarina e litoral norte do Rio Grande do Sul, a bacia projeta-se pela plataforma continental. A espessura total dos sedimentos, na parte central da bacia, foi estimada em aproximadamente 5.000m.¹ (Figuras 1 e 2)

¹ SCHOBENHAUS FILHO, C. et al. *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo*: folha Goiás SD22. Brasília: DNPM. 1975. 114 p.

Os sedimentos paleozóicos afloram em faixas relativamente estreitas nas bordas leste e oeste, estando a maioria das ocorrências recobertas por rochas mesozóicas. Na borda nordeste, esses depósitos mesozóicos transgridem sobre os paleozóicos, ocorrendo um contato direto com o embasamento Pré-Cambriano, enquanto na borda sudeste, as rochas mesozóicas estão recobertas por depósitos cenozóicos não pertencentes à bacia.

Uma análise das contribuições estrangeiras ao reconhecimento de associações vegetais fósseis no Sul do Brasil leva a reconhecer contribuições alemã, francesa e inglesa como formadoras de um sólido tripé onde se assentaram os conhecimentos paleobotânicos.

O interesse gerado por notícias de extensas jazidas de carvão no Sul do Brasil leva Nathaniel Plant, desde 1852, a dedicar-se à procura destas jazidas na então Província do Rio Grande. Em 1860, John Plant, irmão de N. Plant, comunica à Sociedade Geológica de Manchester a descoberta de carvão no Brasil. Hull, em sua obra *The Coalfields of Great Britain*, refere-se a estes carvões como “vasto campo carbonífero com 600 metros quadrados, localizado a 600 metros da costa, na província do Rio Grande”.² Tais referências dizem respeito às jazidas de Candiota. J. Plant, em seu relatório ao Governador Provincial em 1863, sobre depósitos de carvão no Rio Grande, tece comparações entre os carvões brasileiros e os da América inglesa. Os carvões norte-americanos são caracterizados como oolíticos, sendo que os “fetos do gênero *Glossopteris*” (Figura 3), encontrados no Sul do Brasil caracterizariam os carvões Jurássicos da Austrália e Bohemia.

N. Plant envia fragmentos coletados em Candiota ao Museu Britânico, a partir dos quais Carruthers classifica espécies novas: *Flemingites pedroanum*, *Odontopteris plantiana* e *Noeggerathia obovata*. As identificações efetuadas demonstram a influência da formação teórica no estabelecimento de

² HULL, E. The Brazilian coal fields. *Quarterly Journal of Science*, London, 2:387-90, 1864.

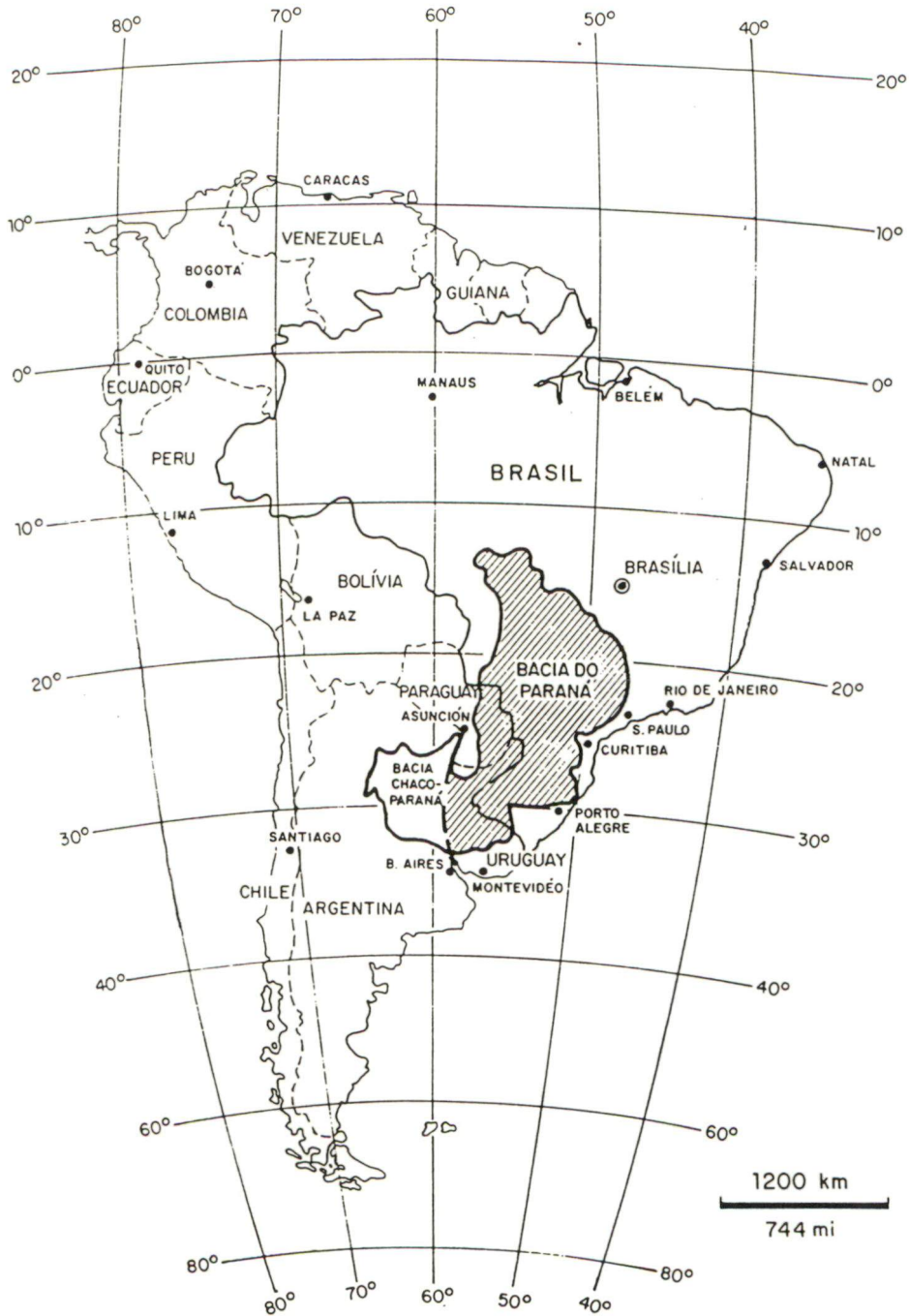


Figura 1

Mapa de localização da Bacia do Paraná na América do Sul.

(Extraído de ZALAN, P. V.; WOLF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; MARQUES, A.;

ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T. e ZANOTTO, O. A.

Bacia do Paraná: In: *Origem e Evolução de Bacias Sedimentares*. Rio de Janeiro, 1990. p. 135-168.)

		L I T O E S T R A T I G R A F I A							
		PARANÁ /S. CATARINA		SÃO PAULO		GOIÁS/M. GROSSO		R. G. DO SUL	
TER. QUAR.		[Vertical lines pattern]		FM. RIO CLARO		[Vertical lines pattern]		[Vertical lines pattern]	
				FM. CACHOEIRINHA					
JURA-CRETACEO	GRUPO S. BENTO	FM. BAURU		FM. BAURU		FM. BAURU		[Vertical lines pattern]	
		FM. CAIUÁ		FM. CAIUÁ		FM. CAIUÁ			
		FM. S. GERAL		FM. S. GERAL		FM. S. GERAL			
		FM. BOTUCATU		FM. BOTUCATU		FM. BOTUCATU			
TRI.		FM. PIRAMBOÍA		FM. PIRAMBOÍA		FM. PIRAMBOÍA		MB. S. MARIA FM. ROSÁRIO DO SUL	
		[Vertical lines pattern]		[Vertical lines pattern]		[Vertical lines pattern]		[Vertical lines pattern]	
P E R M I A N O	GRUPO PASSA DOIS	FM. RIO DO RASTO		[Vertical lines pattern]		[Vertical lines pattern]		FM. RIO DO RASTO	
		MB. M. PELADO		[Vertical lines pattern]		[Vertical lines pattern]		[Vertical lines pattern]	
		MB. SERRINHA							
		FM. TERESINA		FM. CORUMBATAÍ		FM. CORUMBATAÍ		FM. TERESINA	
		FM. SERRA ALTA		FM. SERRA ALTA		FM. SERRA ALTA		FM. SERRA ALTA	
	FM. IRATI		FM. IRATI		FM. IRATI		FM. IRATI		
	MB. ASSISTENCIA		MB. ASSIST.		FM. IRATI		FM. IRATI		
	MB. TAQUARAL		MB. TAQ.		FM. PALERMO		FM. PALERMO		
	FM. PALERMO		FM. PALERMO		FM. PALERMO		FM. PALERMO		
	SUPER GRUPO TUBARÃO	GRUPO GUATÁ	FM. RIO BONITO		FM. RIO BONITO		[Vertical lines pattern]		FM. R. BONITO
MB. SIDERÓPOLIS			MB. PARAGUAÇÚ						
MB. PARAGUAÇÚ			MB. TRIUNFO						
FM. RIO DO SUL		GRUPO ITARARÉ		[Vertical lines pattern]		FM. RIO DO SUL			
FM. MAFRA						FM. RIO DO SUL			
FM. CAMPO DO TENENTE						FM. RIO DO SUL			
SUP. CARB.	GRUPO PARANA	FM. PONTA GROSSA		FM. PONTA GROSSA		FM. PONTA GROSSA		FM. AQUIDAUANA	
DEVONIAN		FM. FURNAS		FM. FURNAS		FM. FURNAS		FM. FURNAS	
E M B A S A M E N T O									

Figura 2

Coluna geológica da Bacia do Paraná.

(Extraído de SCHNEIDER, R. L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A. DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Sociedade Brasileira de Geologia, Porto Alegre. *Anais...* v. 1, 1974. p. 41-66.)

parâmetros objetivos. Efetivamente, sob o prisma de uma formação acadêmica voltada à solução de problemas do Carbonífero europeu, Carruthers identifica como gêneros já conhecidos na Europa formas que, mais tarde, por suas características morfológicas, serão identificadas como exclusivamente gonduânicas.³

³ CARRUTHERS, W. Coal plants from Brazil. On the Plant Remains from the Brazilian Coal Beds with Remarks on the Genus Flemingites. In: PLANT, N. The Brazilian Coal Fields. *Geological Magazine*, London, 6(4): 5-10, 1969.

Agassiz, com base em material paleontológico proveniente de Candiota, cedido por N. Pant, indica uma idade Carbonífero Inferior para estes carvões; N. Pant, como contribuição ao trabalho de Agassiz, relata a ocorrência de *Lepidodendron* e *Glossopteris* na região de Candiota.

Como resultado de suas atividades de geólogo da “Expedição Thyer” (1865-66) e de estudos realizados em viagem posterior ao Brasil (1867), o naturalista norte-americano C. F. Hartt apresenta, em 1870, a pedido de Agassiz, a obra *Geology and Physical Geography of Brazil*.⁴ Ao referir-se à Província do Rio Grande do Sul, Hartt detém-se na análise das jazidas de carvão e ao caracterizar a bacia de carvão do Rio Jaguarão, apresenta uma sessão geológica obtida em uma “escarpa às margens do rio Candiota, em um lugar chamado Serra-Partida”.⁵ O nível 11 da sessão, abaixo da camada mais inferior de carvão, composto por “(...) minério de ferro xistoso”, é caracterizado por conter: “(...) impressões de restos orgânicos, pelos quais a idade das camadas de carvão podem ser determinadas; as plantas fósseis encontradas incrustradas neste xisto pertencem todas aos mesmos gêneros que caracterizam os campos de carvão da Bretanha e dos Estados Unidos, pertencendo, as mais importantes, aos gêneros *Lepidodendron* e *Glossopteris* (...)”.⁶ As formas descritas por Carruthers são registradas por Hartt, que também refere a presença de *Calamites* e *Sphenopteris* em amostras de “xisto” carbonoso, embora reconheça não poder atribuir local certo de coleta para o material.

⁴ HARTT, C. F. *Geology and Physical Geography of Brazil Fields*. Boston: Osgvov e Co., 1870.

⁵ HARTT, C. F. Op. cit.

⁶ HARTT, C. F. Op. cit.

Após a publicação de sua obra, Hartt retorna ao Brasil para fazer parte da “Comissão Geológica do Império do Brasil”, da qual é nomeado diretor em 1875. Em 1876, é publicada uma tradução de seu trabalho executado em 1870, com o título de *Geologia e Geografia Física do Brasil*.

O francês Liais, ao reproduzir informações contidas em Agassiz, acrescenta ao conteúdo paleobotânico até então conhecido, *Sphenopteris* e *Calamites*, com base, provavelmente, nas informações fornecidas por Hartt.⁷

⁷ LIAIS, E. *Climats. Géologie, Faune et Géographie Botanique du Brésil*. Paris: Carnier, 1872.

Suscitam, nessa época, grandes discussões, na Europa, os registros de glossopterídeos como sendo os fósseis mais comuns nas camadas de carvão do Hemisfério Sul e da Índia peninsular e o fato destas folhas diferirem completamente de qualquer forma que ocorria nas camadas carboníferas do Hemisfério Norte.

Figura 3:
Tufo foliar de *Glossopteris papillosa*,
Faxinal, Rio Grande do Sul.



⁸ BRONGNIART, A. Sur l'épiderme des plantes. Nouvelles Recherches sur la structure de l'épiderme des végétaux. *Annales des Sciences Naturelles (Botanique)*, Paris, 2(1): 65-71, 1834.

⁹ FEISMANTTEL, O. The fossil flora of the Gondwana System. Memoirs of the Geological Survey of India. *Paleontologia Indica*, Calcutta, Série 12, 3(1): 1-49, 1879-1886.

¹⁰ SUESS, E. *Das Antlits der Erde*. v. I, Prag and Leipzig, 1885.

¹¹ HETNER, D. A. Das Südlichste Brasilien (Rio Grande do Sul). *Zeitschrift der Gesellschaft für Erkunde zur Berlin*, Berlin, 26:85-144, 1891.

¹² ZEILLER, R. Note sur Flore Fossile des Gisements houillers de Rio Grande do Sul (Brésil Méridional). *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, 3(23): 601-29, 1895.

Efetivamente, após a descrição da primeira fronde de *Glossopteris*, em 1824, por Brongniart,⁸ em sedimentos da Índia peninsular, passou-se algum tempo para que se comesçassem a estabelecer vinculações entre evidências fornecidas pela Flora *Glossopteris* e as teorias da Deriva Continental.

As monografias ricamente ilustradas Feistmantel sobre a *Flora fóssil do Continente de Gondwana*, editadas entre 1879-1886,⁹ muito contribuíram para o conhecimento dessas associações (Figura 4).

A presença desta flora com extensa distribuição lateral, sua associação basal com sedimentos glaciais, eram fatos que contrariavam as leis geológicas fixistas da época, e levou os geólogos à procura de um antigo continente contínuo indo-americano, a que Suess chamou de Gondwana.¹⁰

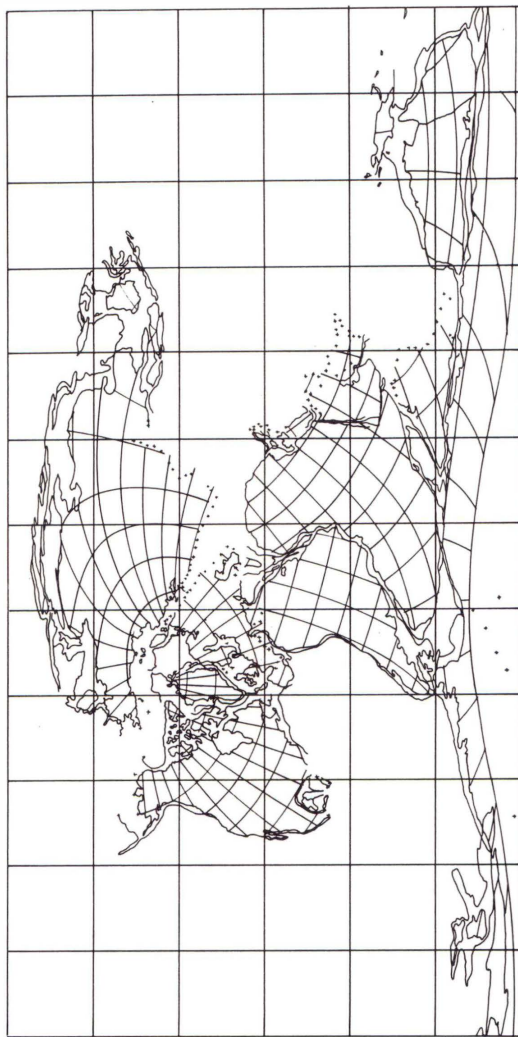
Os resultados obtidos em pesquisas de campo nas jazidas de carvão de Arroio dos Ratos pelo pesquisador alemão Hetner são publicados no Jornal da Sociedade Geológica de Berlin, quando é referida a presença de Flora *Glossopteris* em material depositado no Museu de História Natural de Berlin.¹¹ Com base nos fragmentos encontrados é sugerida uma idade triássica para a associação.

Zeiller realiza uma análise de material proveniente de camadas carboníferas de Arroio dos Ratos, cedida de coleção particular da Condessa d'Eu, com o objetivo principal de caracterizar especificamente os fósseis relacionados com a Flora *Glossopteris*. Ao publicar os resultados de suas análises, o autor afirma que todo o material examinado pertence a um mesmo horizonte, provavelmente vinculado ao início do Permiano ou fim do Carbonífero, representando a flora uma remarcável associação de elementos da flora carbonífera e permiana do Hemisfério Norte, com espécies da Flora *Glossopteris*.

Evidencia-se nas conclusões de Zeiller a influência da teoria de Suess que, já ao final do século, havia incluído a Austrália e a América do Sul no Continente de Gondwana. O conceito de *Flora Mista* expresso por Zeiller baseia-se na hipótese, vigente na época, de que deveriam existir pontes de terra através das quais as assembléias de plantas teriam migrado. Estas idéias, todavia, esbarravam em sérios problemas, principalmente vinculados a diferenças climáticas que impediriam a dispersão das plantas.¹²

Com base nas informações fornecidas por Zeiller, Seward, em seus discursos na British Geologic Association, discorrendo sobre as *Floras do passado, sua composição e distribuição*, menciona a ocorrência de *Lepidophloios*, forma tipicamente boreal, em camadas carboníferas no Brasil meridional, associado a tipos característicos da Flora *Glossopteris*,

Figura 4
Mapa paleogeográfico – Sackmariano(mais ou menos 280 milhões de anos).
(Extraído de SMITH, A. G.; HURLEY, A. M.; BRIDEM, J. C.
Phanerozoic paleocontinental world maps.
Cambridge: University Press, 1981, modificado.)



¹³ SEWARD, A. C. Floras of the Past: their composition and distribution. *Nature*, London, 8: 556-69, 1903.

SEWARD, A. C. Fossil floras of Cape Colony. *Annals of South African Museum*, Pretoria, 4(1), 1903.

¹⁴ ARBER, A. N. *Catalogue of the fossil Plants of Glossopteris Flora*. Department of Geology, British Museum (Natural History) London, 1905.

¹⁵ WHITE, D. Fossil Flora of the Coal Measures of Brazil. In: WHITE, I. C. *Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1908. p. 1-300.

¹⁶ WHITE, D. Op. cit.

¹⁷ WHITE, D. Op. cit.

tais como *Gangamopteris* e *Noeggerathiopsis*. Conclui Seward que, tal qual na África do Sul, “a Flora *Glossopteris* e a Setentrional se inter cruzam com predomínio da primeira”.¹³

O *Catálogo de Plantas Fósseis da Flora Glossopteris*, escrito por Arber, em 1905, é uma das mais completas obras de seu tempo a respeito de fósseis vegetais gonduânicos. Realiza esse autor uma sintética revisão dos registros da Flora *Glossopteris* até então efetuados no Brasil, incluindo aqueles do Rio Grande do Sul, ressaltando que o gênero *Glossopteris* não havia ainda sido registrado neste país.¹⁴

Já no início deste século, a comunidade científica gradualmente começa a aceitar a idéia de um Super Continente no qual a Flora *Glossopteris* se desenvolveu, no Paleozóico Superior.

Ao publicar o Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil, I. C. White apresenta a primeira coluna estratigráfica para rochas gonduânicas sul-brasileiras, estabelecendo, com base em descrições de D. White, três horizontes de plantas fósseis de uma secção tipo, construída no estado de Santa Catarina.¹⁵

D. White elabora o apêndice número 3 do Relatório, referente a plantas fósseis. Neste apêndice são analisadas as associações até então descritas para camadas carboníferas na série Tubarão, sendo descritos, também, novos gêneros e espécies.

Em uma das conclusões de seu trabalho, registra D. White que “a coleção de plantas fósseis das camadas carboníferas brasileiras é insuficiente e por demais limitada quanto à distribuição estratigráfica e geográfica para que possa formar uma base para conclusões definitivas a respeito da seqüência e distribuição de diferentes tipos”.¹⁶ Apesar dos escassos dados disponíveis, sugere White que, a partir de movimentos continentais e de um período de rigorosa mudança climática, as regiões analisadas passariam a uma Flora *Glossopteris* pura e típica, a qual, com o melhoramento climático, foi sendo gradualmente invadida por licófitas do Hemisfério Norte, misturadas, talvez, com formas indígenas da zona de transição.

Refere ainda White que “a grande uniformidade das floras e o grau extraordinário de identidade das espécies, nessas distantes regiões, demonstram a necessidade da existência de ligações de terras pelas quais os diversos tipos de plantas pudessem distribuir-se por si mesmas com tal facilidade que habilitasse a flora a conservar praticamente a sua composição em massa”.¹⁷

O estabelecimento destas conclusões denota a aceitação das idéias de Suess e a influência das hipóteses relativas à deriva lateral dos continentes, que começavam a se consolidar nessa época.

Com as observações efetuadas em associações florísticas, evidencia-se para White a necessidade de aceitação da deriva continental para explicar a identidade de fósseis e alteração climática evidenciável nas seqüências. É tentada uma explicação para o problemas da Flora *Glossopteris* pura e das *Floras Mistas*, com a bagagem teórica existente na época. Conclui White que “de fato, é provável que barreiras oceânicas não tenham existido para impedir o livre acesso de tipos nórdicos em qualquer tempo durante o período de frio”.¹⁸

¹⁸ WHITE, D. Op. cit.

Em 1912, o geógrafo alemão A. Wegener publica a primeira edição de seu livro *A Origem dos Continentes e Oceanos*, quando é formalmente proposta a *Teoria da Deriva Continental*.¹⁹ Wegener visualizou todas as massas continentais como formadoras de uma única massa de terra no Paleozóico, chamada Pangea. A Flora *Glossopteris* teria se distribuído próximo aos pólos enquanto que as floras do Hemisfério Norte teriam se distribuído próximas ao Equador. O Super Continente teria se fraturado e, subseqüentemente, as porções teriam derivado horizontalmente até suas posições atuais. A hipótese de Wegener fundamenta-se em correlações geológicas, paleontológicas e paleoclimáticas, sendo que a distribuição da Flora *Glossopteris* constitui-se em uma das evidências fundamentais. Com base nas evidências fornecidas, Wegener sustentava que Pangea, único continente existente no fim do Carbonífero, teria começado a se desagregar durante o Jurássico.

¹⁹ WEGENER, A. Die Entstehung der Kontinente. *Geologisches Rundschau*, 3:276-92, 1912.

Posteriormente, Dutoit modifica esses conceitos, propondo a existência de dois super continentes: Gondwana ao sul e Laurásia ao norte, separados pelo Mar de Thetys.²⁰

²⁰ DUTOIT, A. L. *Our Wandering Continents*. London, 1937.

A corrida desenfreada em busca de ouro e petróleo que os norte-americanos desencadearam no final do século XIX e a constatação de que os carvões brasileiros eram inadequados para o uso pretendido pelas potências estrangeiras, indiretamente teve reflexos no avanço dos estudos paleobotânicos levados a efeito em seqüências carboníferas na Bacia do Paraná. Efetivamente, durante a primeira metade do século XX, poucos são os trabalhos que se efetuam sobre as nossas paleofloras.

²¹ LUNDQUIST, G. Fossile Pflanzen der *Glossopteris* Flora aus Brasilien. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens handlingar*, Uppsala, 60(3):1-36, 1919.

O único estudo inédito neste período, com relação a paleofloras gonduânicas, é realizado por Lundquist.²¹ Este naturalista analisa duas coleções de fósseis vegetais provenientes das camadas carboníferas do Brasil, uma delas que lhe fora encaminhada pelo geólogo Halle, participante de expedição científica sueca ao Brasil (1904-1909) e composta por material proveniente das localidades de Arroio dos Cachorros e Candiota.

Como conclusão da análise das floras do Rio Grande do Sul, refere Lundquist que estas parecem ter uma antiguidade maior do que a associação proveniente do Paraná, pois enquanto esta apresenta um grande número de elementos nórdicos, as primeiras apresentam-se como Floras *Glossopteris*; tal fenômeno se explicaria pelo melhoramento climático, posterior à deposição da flora de Arroio dos Cachorros, que teria ocasionado a migração de elementos nórdicos nas floras do Paraná.

Em 1929, D. White recebe coleção de plantas fósseis diretamente do Dr. Eusébio de Oliveira, diretor do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, da qual faz parte material proveniente dos estados do Paraná e Santa Catarina. Com o falecimento de D. White, o trabalho é executado por Read que, em 1941, ampliando os objetivos iniciais, apresenta um trabalho sobre as floras paleozóicas na América do Sul.

Ao estabelecer uma seqüência para afloramentos de plantas fósseis na *Série Santa Catarina*, são citadas formas coletadas de afloramentos vinculados à Série Tubarão, no Rio Grande do Sul. Estas citações baseiam-se em informações de D. White e Lundquist.

Uma das conclusões estabelecidas por Read é a de que as floras gonduânicas arctro-carboníferas originaram-se em condições de *florestas temperadas frias* (cool temperate-rain forests); com relação às floras associadas aos topos das camadas carboníferas, é registrada a ocorrência de uma Flora *Glossopteris* modificada por formas nórdicas mais ricas em espécies e gêneros que a precedente. Estas formas nórdicas teriam migrado, de acordo com Read, através de conexão terrestre.²²

A análise destas conclusões demonstra uma aceitação das teorias propostas por Suess; não são, todavia, oferecidas explicações para a origem das glaciações, reconhecidas mediante evidências fornecidas por tilitos e para as modificações climáticas evidenciáveis na flora, comprováveis a partir da teoria de Wegener.

A partir de meados deste século começam a formar-se junto ao Setor de Paleontologia e Estratigrafia do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) equipes brasileiras de paleontólogos. As contribuições pioneiras ligadas à paleobotânica gonduânica são efetuadas por Elias Dolianiti, através de uma série de trabalhos de caráter descritivo ou bioestratigráfico.

Em 1948, ao apresentar uma compilação dos resultados até então obtidos em estudos paleobotânicos no Brasil, são citados por Dolianiti, em nível de Grupos e ordenados em nível de Ordem, todos os gêneros e espécies que constam na

²² READ, C. B. *Plantas fósseis do Neo-Paleozóico do Paraná e Santa Catarina, Brasil*. Monografia. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão Geologia, Rio de Janeiro, 2, 1941.

²³ DOLIANITI, E. *A paleobotânica no Brasil*. Boletim. Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro, 123: 1-87, 1948.

²⁴ DOLIANITI, E. La Flore Fossile du Gondwana au Brésil, d'après sa position stratigraphique. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 19., Alger, *Annales...* 1952. p. 285-301.

²⁵ MENDES, J. C. The Gondwana Formations of Southern Brazil. Some of their stratigraphical problems, with emphasis on the fossil Flora. *Paleobotanist*, 5. Lucknow, 1: 335-45, 1952.
BARBOSA. On the Age of the Lower Gondwana Floras in Brazil and Abroad. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 20. Mexico. *Annals...* 1958. p. 206-36.

²⁶ MENDES, J. C. Op. cit.

²⁷ BARBOSA. Op. cit.

bibliografia, com relação às formas referidas para a Formação Rio Bonito do Rio Grande do Sul.²³ As referências foram retiradas de White e de Lundquist.

Já em 1952, Dolianiti apresenta uma sucessão estratigráfica de associações florísticas da Bacia do Paraná, de acordo com a composição de floras já registradas por White, Lundquist e Read, complementadas por associações descritas em seus próprios trabalhos anteriores.²⁴

Nesse período, começam a estruturar-se, no Brasil, núcleos de Paleobotânica e Estratigrafia, muitos dos quais em unidades de ensino acadêmico, junto a Escolas de Geologia.

Os trabalhos pioneiros de Mendes e Barbosa, ambos vinculados ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, refletem uma preocupação quanto à interpretação de dados provenientes de associações vegetais de rochas gonduânicas brasileiras, com relação à Teoria da Deriva Continental.²⁵

Mendes, ao apresentar os principais problemas estratigráficos das formações gonduânicas brasileiras, refere-se à dificuldade em estabelecer posição estratigráfica definida aos níveis plantíferos da Bacia do Paraná; indica também que o estágio de conhecimento da Formação Rio Bonito não permitia o estabelecimento de um horizonte-guia com base em assembléias de plantas. Do ponto de vista estratigráfico, considera Mendes que apenas os três horizontes definidos por I. C. White para Lauro Müller, em Santa Catarina, são os únicos bem estabelecidos. É apresentada a associação florística para o Grupo Tubarão na Bacia do Paraná, sem que, contudo, sejam estabelecidas associações regionais. Nesta associação constam as formas referidas por D. White, Lundquist e Read, para a formação Rio Bonito do Rio Grande do Sul.

A evidência de uma Flora *Glossopteris* pura, tanto na série Paraná quanto na Tubarão, constituía-se numa questão em aberto, necessitando de reexame; considerando as coleções muito pequenas, a ausência de formas "nórdicas" poderia ser resultado de coletas mal efetuadas. Por outro lado, pondera Mendes, concordando com Rao, que os elementos nórdicos das floras mistas poderiam ser migrantes do norte ou descendentes de estoques pré-gonduânicos, que teriam, no Paleozóico Superior, distribuição em ambos os hemisférios.²⁶

Ao tentar estabelecer uma seqüência estratigráfica para as floras até então registradas na Bacia do Paraná, apenas com base em consulta bibliográfica, Barbosa registra doze níveis de *flórukus* diferenciadas no Gondwana brasileiro. As flórukus correspondentes ao intervalo 2, 3 e 4 localizam-se em camadas da Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul, associadas a camadas de carvão.²⁷

Como resultado de um trabalho de pesquisa em espécimes figurados ou descritos na literatura e em determinação de novos espécimes coletados, Rigby, então vinculado ao Departamento de Geologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, apresenta um trabalho de distribuição de plantas no Gondwana Inferior da Bacia do Paraná. Neste estudo é caracterizado o conteúdo paleoflorístico das diferentes unidades estratigráficas da Bacia do Paraná, sendo que o arranjo das localidades dentro de cada unidade não tem significação estratigráfica.²⁸

²⁸ RIGBY, J. F.; MAHESHWARI, H. K.; SCOPF, J. Revision of Permian Plants collected by J. D. Dana during 1839-1840 in Australia. Geological Survey of Queensland, 370. *Paleontological Papers*. Queensland, 47: 1-25, 1970.

Para o Rio Grande do Sul, apenas com base em revisões bibliográficas, são citadas as localidades registradas por Lundquist, White e Carruthers, que correspondem a camadas fossilíferas associadas a carvões.

A teoria inovadora da *Tectônica de Placas*, proposta ao final da década de 60, é fundamentada em elementos fornecidos pelas teorias da Deriva Continental e Expansão do Soalho Oceânico. A aplicação dessa teoria veio oferecer resposta para algumas das indagações a respeito da existência de *Floras Mistas* e superposição de floras de diferentes origens.

Uma síntese de dados referentes aos carvões do Rio Grande do Sul é encontrada em Correa da Silva; a autora lista o conteúdo paleoflorístico da Formação Rio Bonito do Rio Grande do Sul, a partir de White, Lundquist e Read, com localidades de procedência e idades fornecidas por esses autores.²⁹

²⁹ CORREA DA SILVA, Z. C. *Geologia e Estratigrafia do Grupo Tubarão na folha Barão do Triunfo*. Município de Guaíba, RS. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Geociências, Dissertação (Mestrado em Geociências), 1970.

A crise energética gerada no mundo ocidental em 1974, que ocasiona no Brasil um reaquecimento da indústria carbonífera, vai gerar, indiretamente, uma grande produção de estudos acadêmicos voltados ao carvão brasileiro.

Desta forma, no Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, uma equipe integrada por pesquisadores de diversos ramos das ciências geológicas, desenvolve sucessivos projetos de pesquisa, voltados às bacias carboníferas sul-brasileiras.

A formação de um núcleo de Paleobotânica no Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul constitui-se, sem dúvida, em fator de origem do grande número de trabalhos sobre as associações florísticas das camadas gondwânicas sul-rio-grandenses. Com a visita do Prof. Dr. Klaus V. Leistikow (Tübingen, Alemanha), estrutura-se uma equipe que busca, inicialmente, retomar estudos paleobotânicos já realizados em território rio-grandense no século passado. Com este objetivo, Dohms apresenta a *Revisão Crítica das Citações de Flora Glossopteris para o Rio Grande do Sul*, após uma detalhada consulta à bibliografia;³⁰ os resultados são mostrados de forma esquemática, estando as ocorrências agrupadas em nível de afloramento, região ou sondagem.

³⁰ DOHMS, M. H. Revisão crítica das citações de Flora Glossopteris para o Rio Grande do Sul. I. Folhas e Frutificações. *Pesquisas, Instituto de Geociências*, UFRGS, Porto Alegre, 7: 145-87, 1977.

Com relação à Formação Rio Bonito, é registrado e localizado cartograficamente, em nível de afloramento, apenas o afloramento Suspiro, a partir de informações contidas em White. A região dos Arroios Candiota e Jaguarão é localizada cartograficamente a partir de referências fornecidas por Carruthers e Lundquist. A região do Arroio Irapuá é caracterizada quanto ao conteúdo fossilífero com base em White; a região de Arroio dos Ratos e São Jerônimo inclui também as citações para Arroio dos Cachorros, definidos paleobotanicamente a partir de dados de Zeiller, Carruthers e Lundquist.

Na tentativa de obter material fitofossilífero da Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul e com a finalidade de organizar uma coleção que permitisse uma caracterização qualitativa e quantitativa das assembléias vegetais nesta unidade estratigráfica, foram efetuadas expedições aos afloramentos e regiões registradas por Dohms. Todavia, em repetidas excursões, com o auxílio de fotografias aéreas que permitiram evidenciar áreas aflorantes da Formação Rio Bonito nas regiões referidas por Zeiller, Lundquist e White, não foram encontrados afloramentos com megaflores preservadas.

Ao final da década, mesmo com a mudança na política do Governo, que levou ao abandono, em parte, da prospecção e exploração de jazidas de carvão na Bacia do Paraná, o núcleo de Paleobotânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul continua ativo na formação de recursos humanos e na pesquisa.

Os trabalhos mais recentes sobre a composição da biomassa geradora dos carvões no Sul do Brasil são os de Guerra-Sommer, em 1988, 1990 e 1991.³¹ Este último estudo representa uma integração entre dados paleobotânicos, palinológicos e organopetrográficos.

Em diferentes jazidas as camadas fossilíferas são caracterizadas por distintos padrões composicionais. A evolução da paleoflora desde a base até o topo da seqüência com sedimentos carbonosos é atribuída à evolução ambiental e climática durante a deposição da Formação Rio Bonito.

Esta análise retrospectiva dos estudos realizados na Formação Rio Bonito no Rio Grande do Sul evidencia dois fatores distintos influenciando indiretamente no desenvolvimento da paleobotânica: o interesse econômico na prospecção e lavra de carvão e o interesse científico provocado pela tentativa de comprovar paradigmas teóricos.

A aceitação, pela comunidade científica, das teorias da Deriva Continental e, mais tarde, da Tectônica de Placas, veio trazer solução para alguns problemas relativos à sucessão de paleofloras na Bacia do Paraná; todavia, mesmo a partir das mais modernas reconstituições continentais no Paleozóico,³²

³¹ GUERRA SOMMER, M. *Padrões epidérmicos da "Flora Glossopteris" na Jazida do Faxinal (Formação Rio Bonito, Kunguriano, RS), implicações taxonômicas, bioestratigráficas e paleogeográficas*. PhD Thesis, Post-Graduation Course on Geosciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, 1988.

GUERRA SOMMER, M. Fitofagia em megaflores do Gondwana Sul-Brasileiro. In: 1º ENCONTRO DE PESQUISADORES DO GONDWANA NO RIO GRANDE DO SUL. *Actas...* 1990. (no prelo).

GUERRA SOMMER, M. Original biomass and coal deposition in southern Brazil (Lower Permian, Paraná Basin). *Bull. Soc. Géol. France*, t.162, n.2, pp. 227-237, 1991.

³² SCOTESE, C. R.; BAMBACH, R. K.; BARTON, C.; VAN der VOO, R.; ZIEGLER, A. M. Paleozoic Base Maps. *Journal of Geology*, Chicago, 87: 217-77, 1979.

SMITH, A. G.; BRIDEN, J. C.; DREWRY, G. E. Phanerozoic World Maps. In: HUGES, Organisms and Continents through time. *Special Papers in Paleontology*, 12: 1-42, 1973.

SMITH, A. G. et al. Op. cit., 1981.

* Margot Guerra Sommer é professora do Curso de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Bolsista do CNPq.

permanecem ainda sem resposta alguns dos problemas evidenciados no início deste século, tal qual a presença de típicos elementos de outras províncias florísticas em floras gonduânicas, formando as *Floras Mistas*.

INFERÊNCIAS PALEOCLIMÁTICAS EM ANÉIS DE CRESCIMENTO

*Laureen Sally da Rosa Alves
José Newton Cardoso Marchiori*

*O*s anéis de crescimento, encontrados raramente em lenhos fósseis do Devoniano Superior e do Carbonífero, tornam-se freqüentes em material do Permiano. A observação desta estrutura em formas relacionadas ao gênero *Barakaroxylon*, permite interessantes inferências sobre as condições climáticas vigentes durante a deposição das seqüências estratigráficas da Formação Irati, na região de São Gabriel, Rio Grande do Sul. O testemunho anatômico – anéis de crescimento estreitos e com largura constante – sugere, neste caso, um clima quente e relativamente seco, semelhante às atuais características climáticas de zonas mediterrâneas.

Aspectos Morfológicos

A análise dos anéis de crescimento em fragmentos lenhosos de diferentes seqüências sedimentares contribui para a caracterização de paleoambientes, para a inferência de paleoclimas locais e regionais e para o estabelecimento de parâmetros bioestratigráficos.

Os anéis de crescimento correspondem a períodos de desenvolvimento do xilema. Compostos por faixas de lenho inicial e de lenho tardio, os anéis aparecem em seção transversal como bandas claras e escuras, de ocorrência alternada em torno da circunferência das árvores (Estampa 1, Figuras 1 e 2).

A camada de células produzidas em determinado período é também denominada anel anual. O termo anel de crescimento parece contudo ser o mais adequado, pois em consequência de condições desfavoráveis, tais anéis podem faltar por completo em períodos correspondentes a um ano, ou então serem formados mais de um, durante o mesmo intervalo de tempo. Faixas de traqueídeos de tamanho menor, compondo anéis descontínuos em torno do eixo de crescimento, são denominados falsos anéis.¹ Esta alteração pode resultar de mudanças repentinas na disponibilidade de água,² da atividade irregular do câmbio ou de vários fatores ambientais.³

Os traqueídeos que compõem o anel de crescimento apresentam diferenças morfológicas, de acordo com a posição ocupada. No lenho inicial, que é menos denso, as células têm maior diâmetro e paredes mais delgadas. A espessura das paredes celulares, neste caso, depende do suprimento de carboidratos e indica o rendimento do metabolismo de síntese vegetal.⁴ No lenho tardio, ao contrário, as células são mais estreitas e as paredes mais espessas (Estampa 2, Figura 2; Estampa 4, Figura 4).

A transição entre os lenhos inicial e tardio pode ser distinta ou indistinta. Em certos casos os anéis podem parecer distintos quando observados macroscopicamente e mesmo assim resultarem indistintos em análise microscópica. Barefoot & Hankins referem esta última alternativa para zonas temperadas de baixa latitude.⁵

Em determinadas camadas de crescimento a transição pode ser gradual, quase imperceptível. No local em que o lenho tardio entra em contato com o lenho inicial do anel seguinte, entretanto, a transição mostra-se sempre abrupta⁶ (Estampa 2, Figura 2; Estampa 3, Figura 3). A duração da atividade cambial e o tipo de lenho inicial ou tardio são afetados por diversos fatores ambientais (Figura 1).

¹ MAYER, L. M. Aspectos paleoclimáticos refletidos em espécimes lenhosos gondwânicos do Brasil. *Bol. I. G., USP*, Publ. Esp., 7. p. 89-99, 1989.

² RAVEN, P. H., EVERT, R. F., CURTIS, H. *Biologia Vegetal*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1978.

³ FAHN, A. *Anatomia Vegetal*. Madrid: H. Blume, 1974.

⁴ LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1986.

⁵ BAREFOOT, A. C., HANKINS, F. W. *Identification of Modern and Tertiary Woods*. Oxford: Clarendon, 1982.

⁶ RAVEN, P. H. et al. Op. cit.

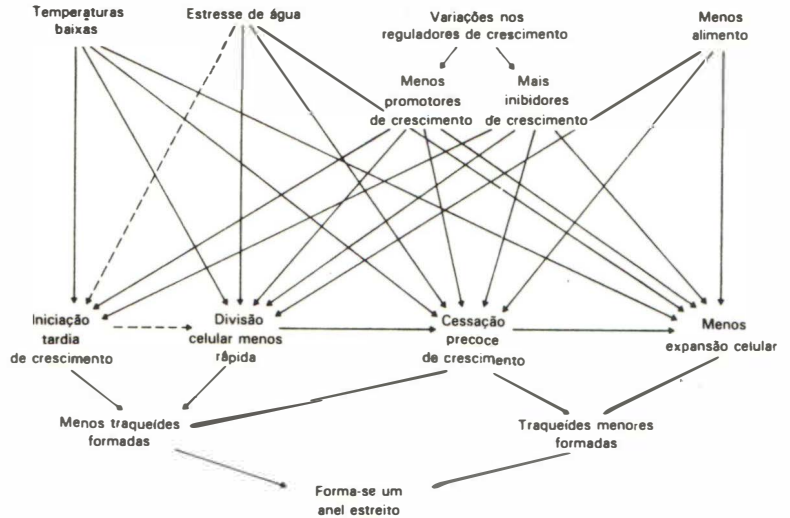


Figura 1: Relações causais entre condições ambientais, fatores endógenos e a formação de anéis de crescimento (Fritts, 1976. In: LARCHER, W., Op. cit.).

A espessura dos anéis de crescimento varia amplamente, havendo diversos fatores que influenciam na espessura e presença dos mesmos, tais como: radiação, temperatura, disponibilidade de nutrientes, suprimento de água e duração do fotoperíodo.⁷ Observa-se que a largura dos anéis de crescimento pode ser um bom recurso para a avaliação da precipitação ocorrida em determinado período, pois em condições favoráveis os anéis de crescimento apresentam-se largos e sob condições desfavoráveis são mais estreitos. A utilização de anéis de crescimento, desta forma, tem se mostrado útil para estudos dendroclimáticos.⁸

As plantas lenhosas de zona temperada formam apenas um anel de crescimento por ano, sendo que o mesmo é composto de zonas histologicamente distintas correspondentes ao crescimento na primavera e final do verão, respectivamente.⁹ A distinção destes lenhos deve-se à paralisação da atividade do câmbio vascular com a chegada do inverno.¹⁰ Existem, contudo, plantas em que o câmbio é ativo durante todo o ano e outras em que a atividade cambial cessa durante alguns meses. Kramer & Kozlowski, por outro lado, afirmam que mesmo em climas mais favoráveis ao

⁷ BRADLEY, R. S. Dendroclimatology. In: BRADLEY, R. S. ed. *Quaternary paleoclimatology; methods of paleoclimatic reconstruction*. London: Butter e Tanner, 1985. p. 303-379.

⁸ CREBER, G. T. Tree rings: a natural data-storage system. *Biological Review*, Cambridge, v. 52, p. 349-383, 1977.

⁹ LARCHER, W. Op. cit.

¹⁰ CREBER, G. T. & CHALONER, W. G. Climatic indications from growth rings in fossil woods. In: BRENCHLEY, P. J. ed. *Fossils and climate*. Liverpool: John Wiley & Sons. 1984. p. 49-74.

¹¹ KRAMER, P. J. & KOZ-
LOWSKI, T. *Fisiologia das árvo-
res*. Lisboa: Fundação Calouste
Gulbenkian, 1972.

¹² FAHN, A. Op. cit.

¹³ MENDES, J. C. *Paleontologia
Básica*. São Paulo: T. A. Quei-
roz/EDUSP, 1988.

¹⁴ GUERRA SOMMER, M.
Danudoxylon (Maheshwari)
Maheshwari, 1972, um gênero
ocorrente no Gondwana do
Brasil. *Pesquisas*, Porto Alegre,
n. 7, p. 131-144, 1977.

¹⁵ GUERRA, M. Uma nova ma-
deira petrificada na Formação
Irati do Rio Grande do Sul.
Ameghiniana, Buenos Aires, v.
13, n.3-4, p. 254-267, 1976.

¹⁶ MONTEIRO, S. M. *Contribui-
ção ao Estudo Paleoxilológico
da Formação Irati no Rio Gran-
de do Sul*. Curso de Pós-Gradua-
ção em Geociências. Disserta-
ção (Mestrado em Geociên-
cias). Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, 1979.

¹⁷ COSTA, R. H. C. *Madeiras
Gimnospérmicas da Formação
Irati no Rio Grande do Sul –
Contribuição ao estudo anatô-
mico e paleoecológico*. Porto
Alegre: Curso de Pós-Gradua-
ção em Geociências. Disserta-
ção (Mestrado em Geociên-
cias), Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, 1981.

¹⁸ MENDES, J. C. Op. cit.

crescimento das árvores, este não é contínuo durante todo o ano.¹¹

Em Israel o ritmo endógeno de crescimento persiste em troncos das espécies de *Eucalyptus*, sendo que este se sobrepõe à influência dos fatores externos. Em *Eucalyptus camaldulensis* o anel de crescimento anual é produzido em setembro, no mesmo período que corresponde à primavera da Austrália, de onde a planta é nativa.¹²

Em regiões áridas, a quantidade de água disponível no solo é um fator importante no controle da atividade cambial, podendo limitar o crescimento do caule, levar à formação de anéis de crescimento muito estreitos ou até mesmo a sua inexistência (Figura 1). A ausência de anéis de crescimento é mais comum em áreas de clima sem estações definidas.

Ocorrência de Anéis de Crescimento em Lenhos Fósseis

Os lenhos fósseis ocorrentes no Devoniano Superior e no Carbonífero normalmente não evidenciam anéis, ou os tem pouco perceptíveis.¹³ Este aspecto contrasta com a presença frequente e comumente bem definida do caráter, nos lenhos do Permiano.

A ocorrência de anéis de crescimento na maioria dos lenhos gonduânicos pode indicar variações climáticas cíclicas, entretanto, a formação de anéis de crescimento nem sempre é uma resposta direta ao clima de determinada região.¹⁴

Guerra, no entanto, atribuiu a presença de anéis de crescimento no xilema secundário das madeiras fósseis provenientes do afloramento Passo São Borja, à variação climática cíclica verificada na área.¹⁵

A presença nítida de anéis de crescimento em troncos fósseis da Formação Irati demonstra a ocorrência de periodicidade climática,¹⁶ ao passo que a presença de lenhos picnoxílicos indicam adaptações a climas de temperado até frio.¹⁷ Ao examinar a ocorrência de anéis de crescimento nos lenhos gonduânicos, Mendes verificou que estes são bem definidos, o que é uma situação incompatível com o clima tropical.¹⁸

A análise de amostras de lenho proveniente de diversos afloramentos da Formação Rio Bonito, em Santa Catarina, levada a efeito por Mayer, permite outras inferências sobre o assunto. A autora observa que a região sudeste do Brasil, (Bacia do Paraná) estava posicionada à latitude de 65° S no Paleozóico Superior, passando a 40° S - 50° S no Permiano Superior (Figura 2), durante a deposição do Grupo Passa

Dois. O clima teria, portanto, variado desde o glacial, durante a deposição da Formação Itararé, passando a temperado durante a gênese dos carvões da Formação Rio Bonito, e até cálido, com aridez sazonal, ao término do Permiano, quando da formação dos calcários do Grupo Passa Dois. Assim, a análise dos aspectos anatômicos dos lenhos gimnospérmicos conduânicos, principalmente dos anéis de crescimento, refletem condições paleoclimáticas, fato este constatado com base no desenvolvimento lenhoso e em parâmetros de sensibilidade anual e sensibilidade média dos anéis de crescimento estudados.¹⁹

¹⁹ MAYER, L. M. Op. cit.

²⁰ GUERRA, M. Presença do Gênero *Polysolenoxylon* na Formação Irati do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 1, Tucumán, 1974. *Actas*. Tucumán, UNT/APA, v. 1, p. 371-400, 1975.

MUSSA, D. *Lignitaefloras permianas da Bacia do Paraná, Brasil (Estados de São Paulo e Santa Catarina)*. São Paulo, Curso de Pós-Graduação em Geociências. 2 v. (Tese Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1982.

²¹ KULKARNI, S.; MAITHY, P. K.; SURANGE, K. R. On *Barakaroxylon jhariense*. *The Palaeobotanist*, Lucknow, v. 18, n. 3 p. 305-308, 1970.

²² ALVES, L. S. R. *Integração entre a lignoflora e a palinologia no afloramento Passo São Borja (Formação Irati – Bacia do Paraná)*. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

²³ SCHRAGE, C. *Barakaroxylon brasiliense, sp. nov. Madeira fóssil da Formação Irati do Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1973.

²⁴ MONTEIRO, S. M. Op. cit.

Inferências Paleoclimáticas no Gênero *Barakaroxylon*

A ocorrência de anéis de crescimento é característica comum na estrutura anatômica de troncos fósseis da Formação Irati, em toda extensão da Bacia do Paraná.²⁰

A observação de anéis de crescimento em formas relacionadas ao gênero *Barakaroxylon* (Surange e Maithy) Kulkarni, Maithy e Surange, 1970,²¹ ocorrentes na Formação Irati da região de São Gabriel – Rio Grande do Sul (Figura 3), permite a formulação de interessantes inferências sobre as condições climáticas vigentes durante a deposição das seqüências estratigráficas envolvidas.

A principal peculiaridade dos anéis de crescimento de *Barakaroxylon resiniferum* (Guerra) Alves, 1994,²² é a ocorrência de um estreito lenho tardio, composto geralmente por uma a quatro células (Estampa 2, Figura 2; Estampa 3, Figura 2), o que contrasta com o largo lenho inicial, composto por 55 até 92 células (Estampa 2, Figura 1) (Figura 4).

Em *Barakaroxylon brasiliense* Schrage,²³ 1973 e *Barakaroxylon guerrae* Monteiro, 1979,²⁴ observa-se uma constância na largura do lenho tardio, oscilando entre 1 e 8 células (Estampa 4, Figuras 1, 2 e 3). O lenho inicial de *Barakaroxylon guerrae* apresenta-se bastante largo, com 100 a 150 células de largura; para *Barakaroxylon brasiliense* Schrage, 1973, não são feitas referências quanto ao número de células do lenho inicial.

Os limites de anel de crescimento em *Barakaroxylon resiniferum* são bem nítidos, fato também observado em *Barakaroxylon brasiliense* e *Barakaroxylon guerrae* (Estampa 3, Figuras 1, 2 e 3; Estampa 4, Figuras 1, 2 e 3). Em determinados anéis nota-se que a transição do lenho inicial para o lenho tardio é gradual, sendo o limite entre anéis invariavelmente abrupto (Estampa 3, Figura 3; Estampa 4, Figura 4).

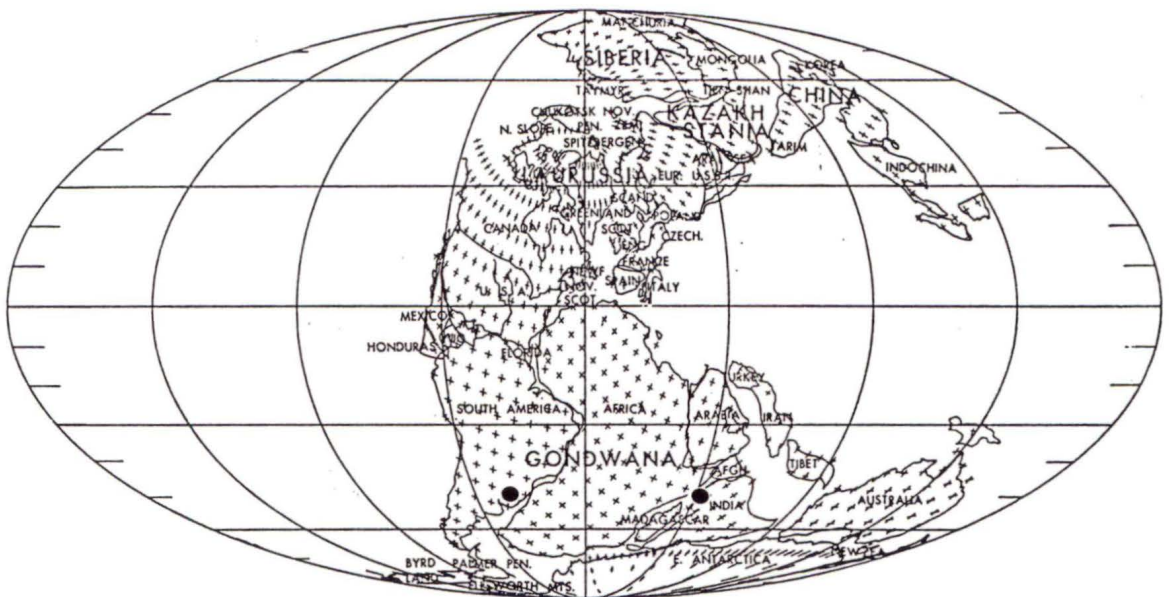


Figura 2: Paleogeografia do Permiano Superior (Kazaniano). Projeção de Mollweide. Áreas de ocorrência do gênero *Barakaroxylon* no Gondwana (SCOTESE, C. R. et al. Paleozoic Base Maps, *The Journal of Geology*, v. 87, n. 3, p. 217-277, 1971. modificado).

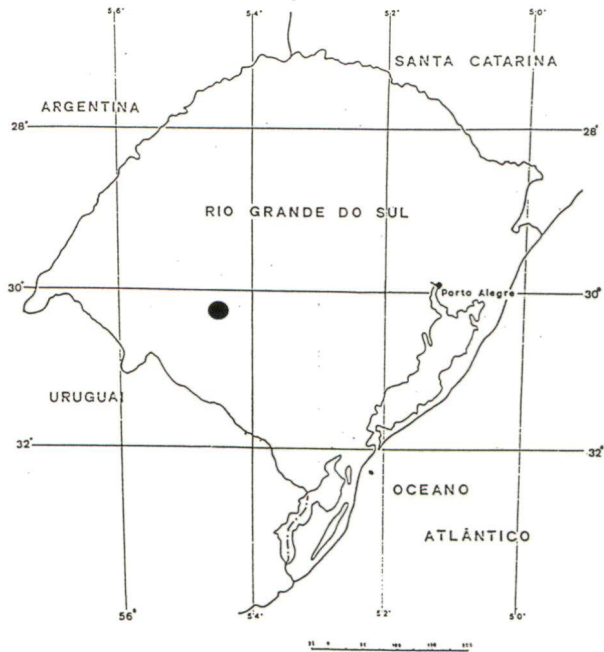


Figura 3: Mapa de localização do afloramento Passo São Borja (Hessel,²⁵ modificado).

²⁵ HESSEL, M. H. *Bageopitys articulata*, gen. et sp. nov., de madeira fóssil de gimnosperma da Formação Irati no Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1973.

Espécie		<i>Barakaroxylon resiniferum</i> (Guerra) Alves, 1994	<i>Barakaroxylon brasiliense</i> Schrage, 1973	<i>Barakaroxylon guerrae</i> Monteiro, 1979
Característica				
Nº cél. lenho inicial		55 a 92 0,38-1,27 mm		100 a 150 3,5-5,5 mm
Nº cél. lenho tardio		1 a 4	1 a 5	4 a 8
Passag. lenho inicial-tardio		delimitado	delimitado	delimitado
T R A Q U E Í D E O S	Diam. radial	I 21 µm/42 µm F 12,25 µm-31,5 µm	I 25 µm-40 µm F 10 µm-15 µm	I 25 µm-37 µm F 6 µm-25 µm
	Diam. tangenc.	I 21 µm-56 µm F 5,2 µm-21 µm	I 20 µm-30 µm F 18 µm-25 µm	I 31 µm-43 µm F 31 µm-37 µm
	Par. radial	I 1,7 µm-5,25 µm F 0,3 µm-1,7 µm	25 µm	I 1 µm-2 µm F 3 µm
	Par. tangenc.	I 1,7 µm-3,5 µm F 0,3 µm-3,5 µm	2,5 µm	I 1 µm-2 µm F 2 µm-3 µm
	Resinas	sim		
Nº de anéis/cm		8 a 10		9 a 10

Figura 4: Comparação anatômica dos anéis de crescimento no gênero *Barakaroxylon* (Surange e Maithy) Kulkarni, Maithy e Surange, 1970 ocorrente no Rio Grande do Sul.²⁶

²⁶ ALVES, L. S. R. Op. cit.

A observação de 8 a 10 anéis de crescimento por centímetro, verificada em *Barakaroxylon resiniferum* e *Barakaroxylon guerrae*, indica para os mesmos um ritmo lento de crescimento. Após um longo período de repouso vegetativo, a reativação do câmbio vascular ocorria provavelmente em uma primavera fresca e úmida. Com a falta de suficiente umidade, produzia-se a seguir um estreito lenho tardio, cessando totalmente o crescimento com a chegada dos dias curtos de outono. A alternância regular de estações secas e úmidas ocasionou anéis de crescimento de largura constante. A ausência de falsos anéis justifica-se pela presença de estações bem definidas, regulares e bem marcadas.

Mayer e Volkheimer consideram que durante o Permiano a região do Gondwana situava-se entre 40° S – 50° S.²⁷ Refutando os autores que propõem latitudes de 60° a 70° S, a primeira autora observa que as *Gymnospermae* não ocorrem atualmente em latitudes tão altas, mas de 35° a no máximo 55°.

Estabelecendo-se uma comparação com climas e latitudes atuais, observa-se uma certa semelhança com a região do Mediterrâneo. O clima dito mediterrâneo alcança atualmente latitudes de 30° a 45° N e S, ocorrendo na zona central e meridional da Califórnia, zonas costeiras do Mediterrâneo, costa oeste e sul da Austrália, no Chile central e sul da África. Ressalta-se que os climas mediterrâneos podem ser semi-áridos, sub-úmidos e úmidos, apresentando um verão seco e inverno chuvoso. A temperatura é moderada, sendo quente no verão e amena no inverno. A umidade das massas de ar invadem o inverno com ciclones e tempestades produzindo ampla precipitação pluvial. No verão, ao contrário, as altas pressões subtropicais impõem uma aridez verdadeiramente desértica.²⁸ Demangeot considera que estas alternâncias de estações são as mais contrastantes do mundo.²⁹

A avaliação dos anéis de crescimento de espécies pertencentes ao gênero *Barakaroxylon* (Surange e Maithy), Kulkarni, Maithy e Surange, 1970, permite inferir que as três espécies analisadas teriam se desenvolvido em uma região climática semelhante ao atual Mediterrâneo. Pode-se concluir, ainda, que durante a deposição das seqüências relacionadas à Formação Irati na região de São Gabriel devem ter ocorrido estações climáticas bem marcadas, com poucas variações entre anos consecutivos. A estrutura dos anéis de crescimento sugere um clima quente e relativamente seco, pois anéis de crescimento estreitos denunciam condições climáticas desfavoráveis quanto à disponibilidade hídrica.

²⁷ MAYER, L. M. Op. cit. VOLKHEIMER, W. Paleoclimatic evolution in Argentina and relations with other regions of Gondwana. In: IUGS Symposium Gondwana Stratigraphy, Buenos Aires, 1967. *Annals...* Paris, Unesco. p. 551-587, 1969.

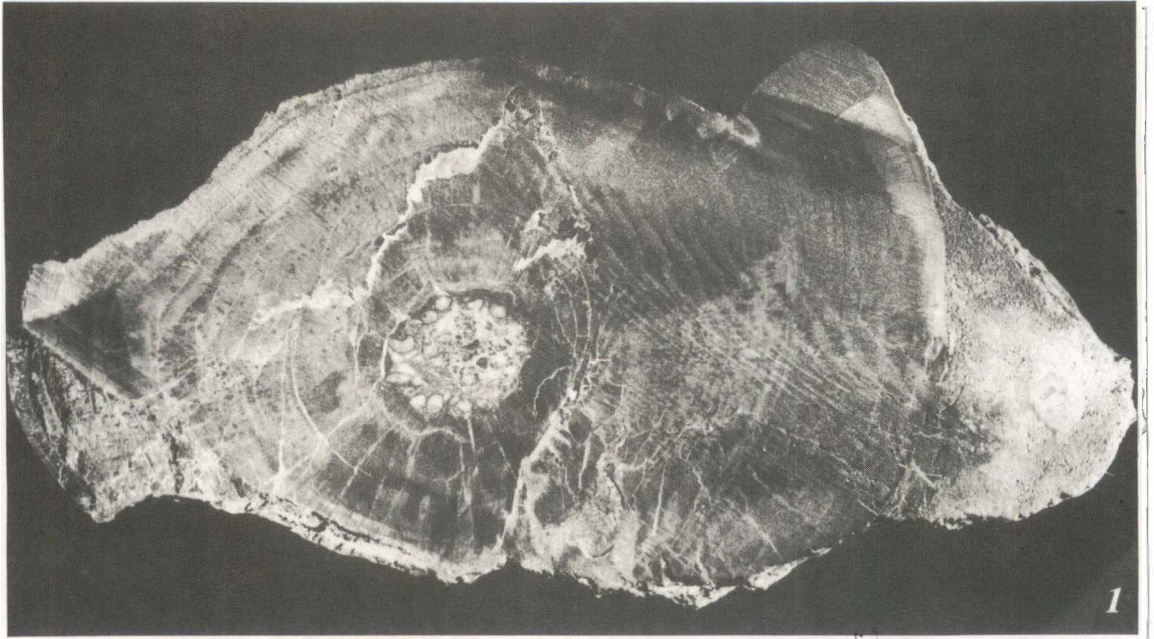
²⁸ STRAHLER, A. N., STRAHLER, A. H. *Elements of Physical Geography*. Nova Iorque, 1989.

²⁹ DEMANGEOT, J. *Les milieux "naturels" du globe*. Paris, 1987.

* Laureen Sally da Rosa Alves é Mestre em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. José Newton C. Marchiori é professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria.

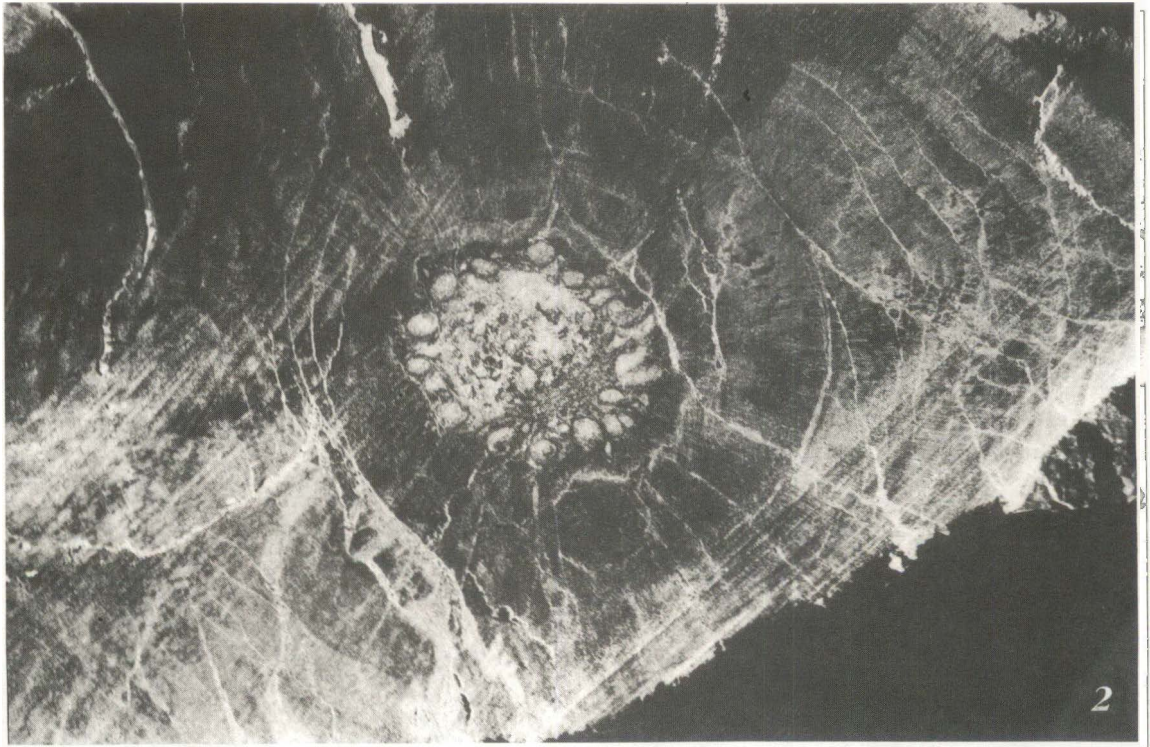
ESTAMPA 1

Barakaroxyton resiniferum (Guerra) Alves, 1994



0,8cm

Superfície polida de seção transversal mostrando canais secretores centrais e periféricos e o xilema secundário com anéis de crescimento.



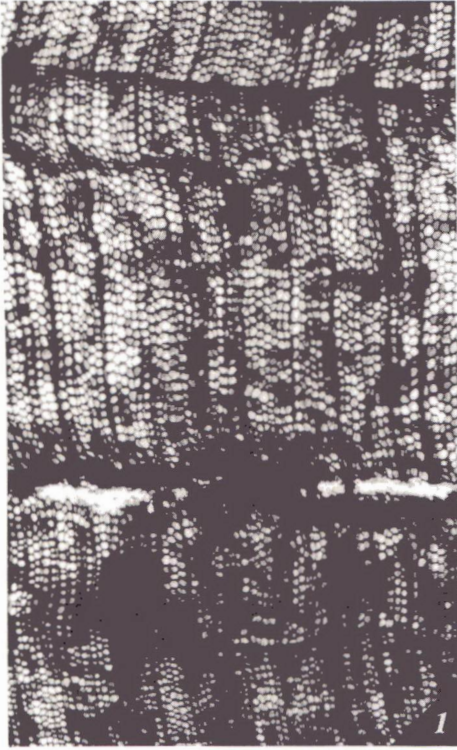
0,4cm

Detalhe da figura anterior.

ESTAMPA 2

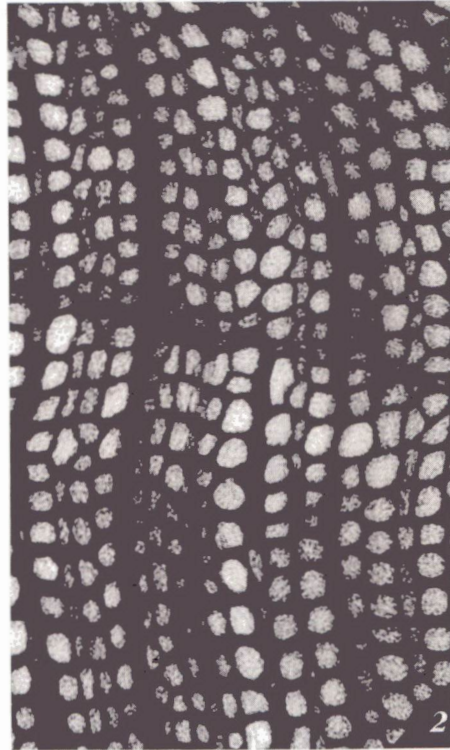
Barakaroxyton resiniferum (Guerra) Alves, 1994

Seção transversal do xilema secundário mostrando os limites de um anel de crescimento evidenciando compactação.



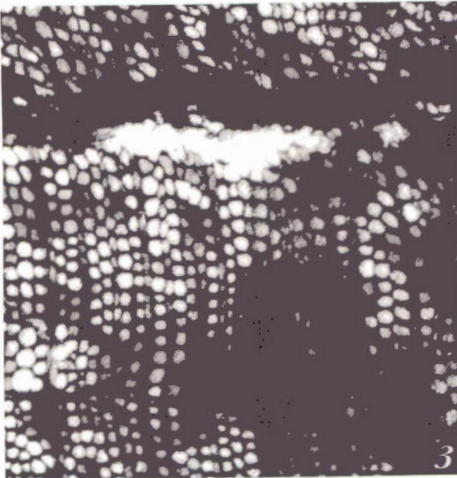
191 μ m

Detalhe, em seção transversal, de um anel de crescimento mostrando o estreito lenho tardio e raios lenhosos que evidenciam a torção do xilema secundário.



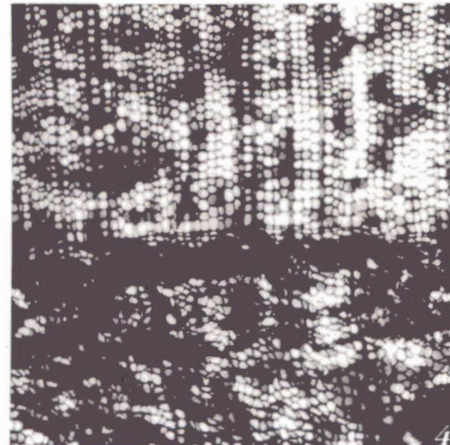
77 μ m

Detalhe, em seção transversal, evidenciando anel de crescimento, torção do xilema secundário e maciços celulares de traqueídeos resultantes de compressão.



92 μ m

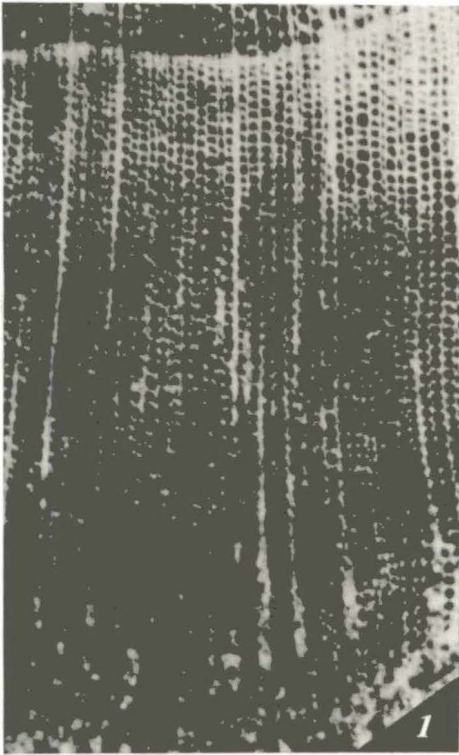
Aspecto geral, em seção transversal, evidenciando xilema secundário, anel de crescimento próximo à maciços de traqueídeos resultantes de compressão (indicado pela seta).



191 μ m

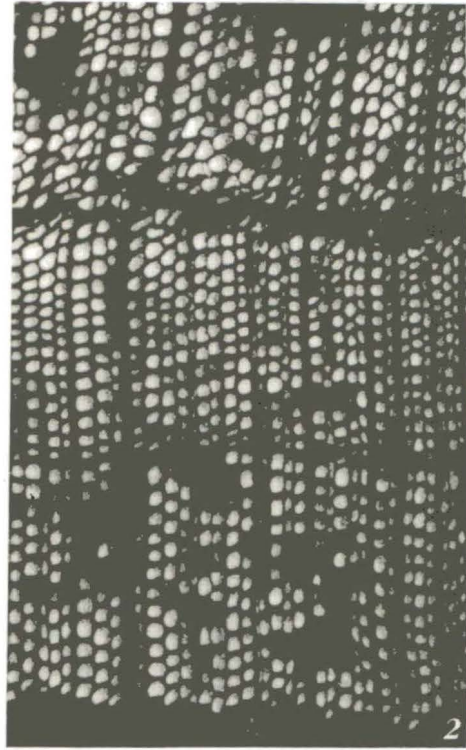
ESTAMPA 3

Seção transversal de *Barakaroxylon brasiliense* Schrage, 1973 mostrando o limite entre os lenhos inicial e tardio.



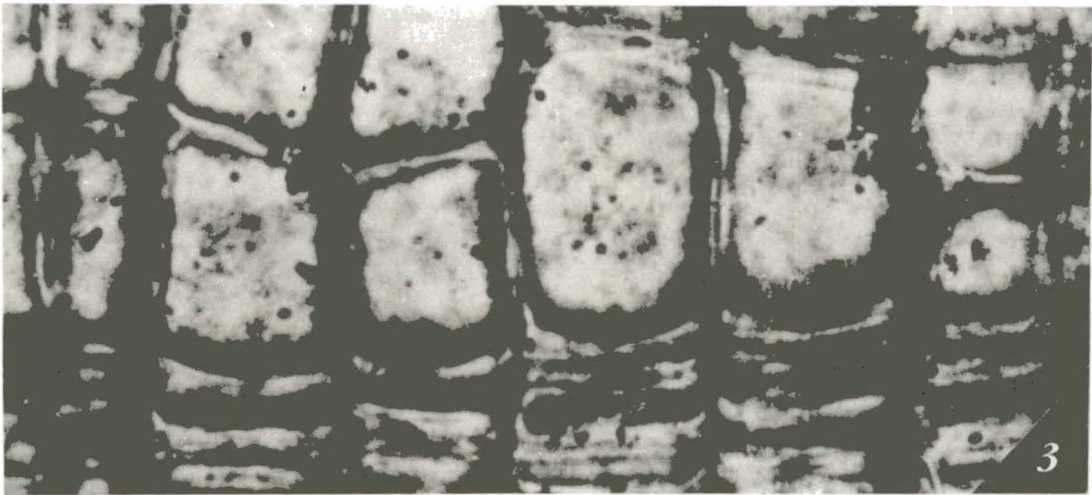
100µm

Seção transversal de *Barakaroxylon resiniferum* (Guerra) Alves, 1994 evidenciando o limite de anel de crescimento e raios lenhosos.



92µm

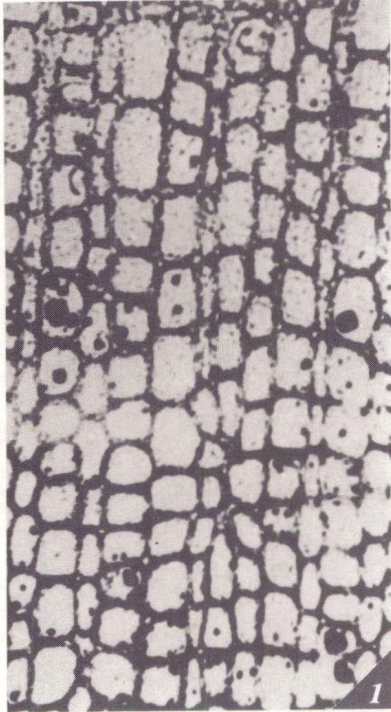
Detalhe, em seção transversal, de um anel de crescimento de *Barakaroxylon guerrae* Monteiro, 1979, salientando a passagem brusca do lenho inicial para o lenho tardio.



20µm

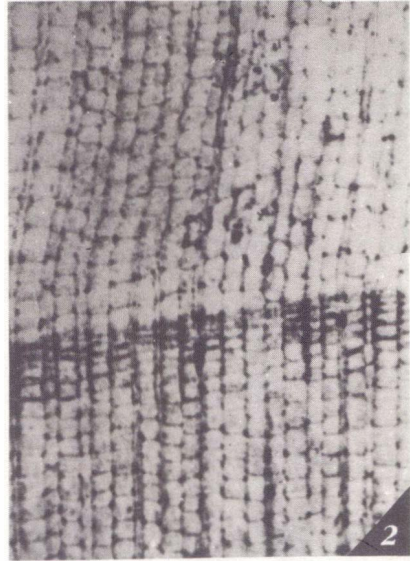
ESTAMPA 4

Seção transversal de *Barakaroxylon brasiliense* Schrage, 1973, mostrando o limite entre os lenhos inicial e tardio.



50µm

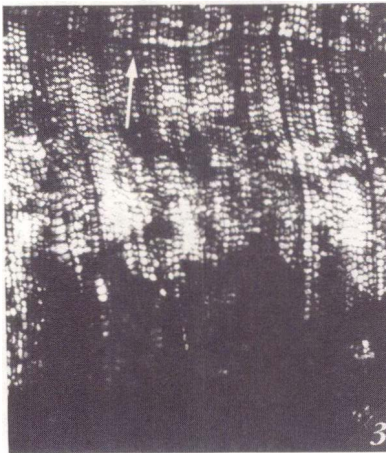
Aspecto geral, em seção transversal, de *Barakaroxylon guerrae* Monteiro, 1979, do xilema secundário. evidenciando-se um anel de crescimento.



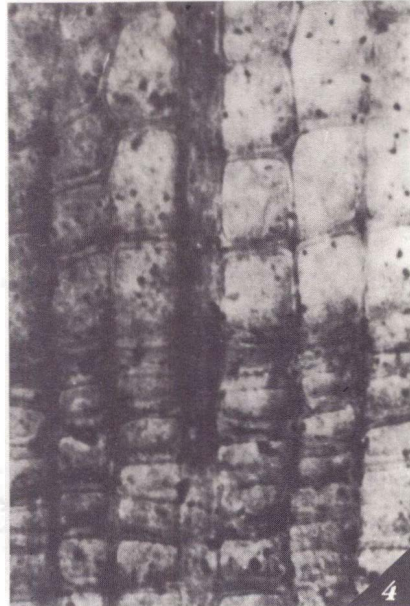
155µm

Seção transversal do xilema secundário de *Barakaroxylon guerrae* Monteiro, 1979, destacando-se um anel de crescimento e um raio lenhoso separando as fibra-traqueídeos.

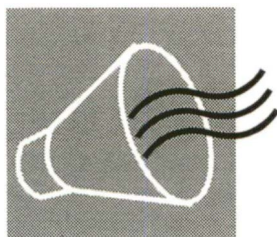
Seção transversal de *Barakaroxylon resiniferum* (Guerra) Alves, 1994 mostrando o limite de anel de crescimento e tecido de cicatrização em torno da mácula medular.



191µm



18µm



OPINIÃO

O ECOTURISMO NA REGIÃO CENTRAL GAÚCHA

Abdon Barreto Filho

Um produto turístico depende da conjugação de diferentes variáveis, entre elas a geografia, a história e a cultura de uma região. No entanto, só estas atrações não bastam. São necessários equipamentos e serviços adequados para proporcionar ao visitante uma recepção compatível com a sua expectativa. Em outras palavras, ao patrimônio fossilífero da região central do Rio Grande do Sul é imprescindível associar modernas técnicas de marketing, infra-estrutura básica, pessoal qualificado, sem contar a ampliação das investigações científicas com vistas a desvendar o passado e o processo de formação dos fósseis.

O turismo é uma atividade econômica de grande expressão e disputa com a indústria petrolífera a primazia do mercado mundial. Nos últimos anos, tem-se destacado na economia internacional como uma das alternativas mais atraentes para o desenvolvimento de regiões, graças à rápida geração de empregos e rendas que acarreta. Com as inovações constantes, face à competitividade dos mercados e às exigências de consumidores, surgem profissionais, empresas, entidades especializadas, que produzem bens e/ou serviços para clientelas específicas, proporcionando negócios e bem-estar social.

O turismo ecológico, também conhecido como ecoturismo, é o segmento da indústria turística que vem apresentando os maiores índices de crescimento em todo o mundo. As ofertas dos destinos turístico-ecológicos dependem, no entanto, da existência de áreas de valor ecológico e cultural, das formas de organização dos processos administrativos, da infra-estrutura suficiente e da disponibilidade de recursos capacitados. Alguns países já mudaram seus conceitos e pré-conceitos sobre o turismo, principalmente o turismo receptivo, e já montaram ou estão montando programas de desenvolvimento do ecoturismo nos seus territórios. É o caso dos Estados Unidos da América do Norte, que têm no seu sistema de parques nacionais a maior rede de atração turística natural do mundo. Outros países, como o Equador, Quênia, Ruanda, Nepal, para citar apenas alguns, estão utilizando suas potencialidades naturais para atrair milhares de pessoas.

No momento em que a globalização da economia e a melhoria dos sistemas de comunicações mostram exemplos, a região central gaúcha, principalmente Santa Maria, São Pedro do Sul e Mata, poderiam aproveitar suas riquezas fossilíferas para alavancar sua economia e sua cultura. Ninguém pode gostar daquilo que não conhece. Nesse momento, o papel do marketing torna-se importante para delimitar o produto turístico, determinar seu preço, definir seu esquema de promoção, divulgação e distribuição nos mercados interessados.

O produto turístico paleobotânico

Para delimitar um produto turístico é necessário considerar o somatório dos aspectos geográficos, históricos, culturais, equipamentos e serviços. Não basta existir atrações naturais, culturais, históricas. É preciso que haja também equipamentos e serviços suficientes e adequados para bem receber os visitantes. O produto turístico só pode ser consumido no local. Logo, a qualificação exigida e a utilização de modernas técnicas de marketing determinarão os segmentos da

indústria turística mundial que poderiam ter interesse no produto turístico determinado.

No caso de Santa Maria, São Pedro do Sul e Mata, os aspectos geográficos que servem como atrações principais não são devidamente explorados. Talvez por desconhecimento ou por falta de vontade política, os fósseis vegetais e animais da região estão longe de ser valorizados nas pesquisas e nos investimentos. Será que o fato da maior reserva de fósseis vegetais do mundo encontrar-se nestas áreas não mereceria, por parte de entidades governamentais e de empresas privadas, uma política mais agressiva para a ampliação das pesquisas e para o aproveitamento turístico dos locais? Quais são as forças que impedem ali o aproveitamento racional do turismo receptivo, apesar de seu relativo crescimento desde 1984, na cidade de Mata? Será tão complicada a realização de convênios, contratos, acordos, que viabilizem as investigações científicas ainda incipientes e a melhoria da infra-estrutura turística na região? Será que vamos esperar mais duzentos milhões de anos para que o mundo possa conhecer a riqueza paleobotânica do Rio Grande do Sul?

Se o Jardim Paleobotânico delimitado pela Universidade Federal de Santa Maria representa uma grande conquista, o trabalho deve necessariamente prosseguir com a montagem de um museu, de preferência com modernos recursos de som e luz, e o incentivo à continuação das pesquisas, para que se compreenda melhor e daí se admire o fenômeno da natureza que transformou na região a madeira em pedra. Os louváveis trabalhos já realizados são pequenos diante da grandiosidade das reservas paleobotânicas que extrapolam a cidade de Mata. Trata-se de um verdadeiro Patrimônio da Humanidade à espera de reconhecimento.

Outro fato que valoriza em termos turísticos a região central gaúcha é a descoberta, em 1937, do dinossauro mais antigo do mundo – o *Staurikossauro* –, exposto hoje no Museu de História Natural da Universidade de Harvard, Estados Unidos. Os estudos que possibilitariam encontrar novos exemplares estão parados por falta de recursos humanos e financeiros. O assunto já foi tema de reportagens nacionais e internacionais e até o momento nenhuma providência foi tomada. O Brasil, e particularmente Santa Maria, estão perdendo oportunidades de atrair investimentos e pessoas interessadas na questão. Apesar da proximidade do século vinte e um e dos problemas relativos à qualidade de vida, a metade sul do Estado gaúcho ainda não percebeu que as pesquisas paleontológicas e os investimentos no turismo receptivo ecológico podem ajudar no seu desenvolvimento sócio-econômico e cultural.

Um plano de ação imediata para o ecoturismo na região central gaúcha

Devem ser observados os seguintes pontos básicos na elaboração de um Plano de Ação Imediata para o ecoturismo na região:

1. Definição de uma política nacional para os fósseis brasileiros, com leis protetoras e incentivo à pesquisa e ao ecoturismo.
2. Elaboração de convênios nacionais e internacionais que possibilitem a continuidade das investigações científicas, envolvendo prefeituras, fundações, universidades e empresas.
3. Determinação de área para explorações turísticas empresariais através de contratos para parques temáticos, livros, vídeos, entre outros aspectos mercadológicos.
4. Incentivo à capacitação de recursos humanos ligados diretamente ao setor, mediante a contratação de professores e pesquisadores, pelos órgãos oficiais locais, sempre em parceria com a iniciativa privada.
5. Promoção do estudo dos fósseis como estímulo à educação ambiental.
6. Apoio à criação de infra-estrutura para melhor receber visitantes.

* Abdon Barreto Filho é economista, Diretor-Executivo da Planalto Turismo, diretor da Associação de Hotéis, Restaurantes, Agências de Viagens e Turismo de Santa Maria e membro da Câmara de Turismo do Rio Grande do Sul.

Entretanto, a viabilização deste Plano depende, acima de tudo, de vontade política para assumir os fósseis do Rio Grande do Sul como patrimônio histórico mundial e proporcionar meios de preservá-los e explorá-los como produto turístico de raro valor cultural e econômico.



Vista de troncos fósseis no Jardim Paleobotânico de Mata, Rio Grande do Sul.



Utilização de troncos fósseis como elementos da paisagem urbana de Mata, Rio Grande do Sul.
Fotografias: D. A. Bressan.



INSTRUÇÕES
PARA PUBLICAÇÃO

A revista **Ciência & Ambiente** é editada semestralmente pelo Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e pelas Editoras desta instituição e da Universidade Regional do Noroeste (UNIJUÍ), Rio Grande do Sul, Brasil. Cada número deve tratar de temas específicos, previamente selecionados pelo Conselho Editorial e anunciados na edição anterior.

ESCOLHA DOS TEMAS

Os temas para cada número da revista devem enfatizar questões relativas à ciência, ao meio ambiente e à sociedade, considerando a totalidade das relações que se estabelecem entre eles e os princípios de um desenvolvimento econômico, social e ecológico sustentável. Incluem-se reflexões sobre o progresso científico, a relação homem-natureza, a geração de tecnologia e sua influência nas relações de poder, etc. Podem ser tratados, ainda, assuntos referentes ao modelo de organização das instituições de ensino, pesquisa e extensão, com seus efeitos sobre a formação de recursos humanos e sobre a produção e difusão do conhecimento, entre outros.

ORIENTAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS

Os artigos apresentados podem ser redigidos em português ou espanhol. Os autores devem informar sua função e instituição de procedência. O Conselho Editorial reserva-se o direito de sugerir modificações de forma, com o objetivo de adequar os artigos às dimensões da revista e ao seu projeto gráfico. Os artigos encomendados têm prioridade na publicação.

Trabalhos enviados espontaneamente poderão ser publicados, desde que aprovados pelo Conselho Editorial. Estes devem ser encaminhados à revista no período de **1º a 30 de abril e outubro**, respectivamente. Recomendam-se aos autores textos com, no máximo, **vinte laudas**.

DISTRIBUIÇÃO

A revista **Ciência & Ambiente** circula em todo o Brasil e em países da América Latina e Europa. Os interessados na sua aquisição (números individuais, assinatura) podem dirigir-se às livrarias mantidas por editoras universitárias ou aos editores em Santa Maria e Ijuí, Rio Grande do Sul.



INSTRUCCIONES
PARA PUBLICACIÓN

*El Curso de Ingeniería Forestal de la Universidad Federal de Santa Maria (UFSM) y las Editoriales de esta institución y de la Universidad Regional del Noroeste (UNIJUÍ), Rio Grande do Sul, Brasil, editan semestralmente la revista **Ciência & Ambiente**. Cada número de la misma trata de temas específicos, los que son previamente seleccionados por el Consejo Editorial y anunciados en la edición anterior.*

SELECCIÓN DE LOS TEMAS

Cada número de la revista aborda temas relativos a la ciencia, al medio ambiente y a la sociedad, considerando la totalidad de las relaciones que se establecen entre ellos y los principios de un desarrollo económico, social y ecológico sustentable.

Se incluyen reflexiones sobre la relación hombre - naturaleza, el progreso científico, la generación de tecnología y su influencia en las relaciones de poder etc.

Pueden ser tratados también temas referentes al modelo de organización de las instituciones de enseñanza, investigación y extensión, y sus reflejos en la formación de recursos humanos y en la producción y difusión del conocimiento, entre otros.

ORIENTACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

*Los artículos presentados pueden ser redactados en portugués o español. Los autores deben indicar su función y la institución a que están vinculados. El Consejo Editorial reserva para si el derecho de sugerir modificaciones de forma, con el objetivo de adecuar los artículos a las dimensiones de la revista y a su padrón editorial y gráfico. Las colaboraciones solicitadas por los editores tienen prioridad en la publicación. Los trabajos espontáneamente enviados deben ser remitidos a la revista en el período de **1º a 30 de abril y durante el mes de octubre**. Se recomienda a los autores textos de, a lo máximo, **veinte páginas**.*

DISTRIBUCIÓN

*La revista **Ciência & Ambiente** circula en todo el Brasil y en diversos países de Latino America y Europa. Los interesados en su adquisición (números individuales, suscripción) pueden dirigirse a las librerías de las editoriales universitarias de Brasil o a los propios editores en las ciudades de Santa Maria o Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil.*

