

CIÊNCIA

AMBIENTE



JANEIRO/JUNHO DE 1998

16

PALEONTOLOGIA NA
AMÉRICA DO SUL



**PALEONTOLOGIA NA
AMÉRICA DO SUL**

3 **EDITORIAL**

5 **PRÓXIMA EDIÇÃO**

ARTIGOS

7 A PALEONTOLOGIA NA AMÉRICA DO SUL E A
HISTÓRIA DA ECOLOGIA CIENTÍFICA

Pascal Acot

15 ORÍGENES DE LA PALEONTOLOGÍA DE VERTEBRADOS
EN AMÉRICA DEL SUR

Alvaro Mones

29 FRIEDRICH SELLOW E SUA CONTRIBUIÇÃO
PARA AS CIÊNCIAS NATURAIS

*José Newton Cardoso Marchiori
Miguel Antônio Durlo*

51 RÉPTEIS VERSUS MAMÍFEROS:
uma batalha de 250 milhões de anos

César L. Schultz

83 LOS BOSQUES PETRIFICADOS DE PATAGONIA Y ANTÁRTIDA

N. Rubén Cúneo

95 CARACTERIZAÇÃO PALEOCLIMÁTICA DO
TRIÁSSICO NO SUL DO BRASIL

*Michael Holz
Claiton M. S. Scherer*

105 TAFONOMIA DE VERTEBRADOS:
a arte de decifrar a origem do registro de paleotetrápodes

Michael Holz

119 OS PROCESSOS TAFONÔMICOS EM VEGETAIS SUPERIORES

*Laureen Sally da Rosa Alves
Margot Guerra-Sommer*

NOVIDADE CIENTÍFICA

129 NOVOS FÓSSEIS DE DINOSSAUROS
NA REGIÃO DE SANTA MARIA

Laboratório de Paleontologia/PUCRS

133 **INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO**

135 **INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

REITOR

Paulo Jorge Sarkis

EDITOR

Delmar Antonio Bressan

EDITORES CONVIDADOS

José Newton Cardoso Marchiori

Laureen Sally da Rosa Alves

CONSELHO EDITORIAL

Delmar Antonio Bressan

Miguel Antônio Durlo

Ronai Pires da Rocha

Ronaldo Mota

Severo Francisco Ilha Neto

ANÁLISE E REVISÃO DE TEXTO

Zília Mara Pastorello Scarpari

EDITORAÇÃO DE TEXTO

Simone Portella Fernandes

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Valter Noal Filho

ILUSTRAÇÃO DA CAPA

Helga Corrêa (Xilogravura)

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Editora Pallotti/Santa Maria

Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.

Editora da UFSM - Vol. 1, n. 1 (jul. 1990) - Santa Maria :

Semestral

CDD:605 CDU:6(05)

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

editoraufsm

Prédio da Biblioteca Central - Campus Universitário - Camobi - 97105-900 - Santa Maria - Rio Grande do Sul - Brasil
Fone (055)220.8126 - Fax: (055)220.8610 - E-mail: editora@ctlab.ufsm.br

e
x
p
e
d
i
t
o
r
e



EDITORIAL

*A revista **Ciência & Ambiente**, desde a sua fundação, tem primado pela escolha de temas que bem poderiam ser classificados como de vanguarda acadêmica. Foi exatamente com essa perspectiva que, em 1995, o Conselho Editorial acolheu proposta destinada a tornar visível um assunto de relevância universal e, ao mesmo tempo, de capital importância para a região central do Rio Grande do Sul: os sítios paleontológicos animais e vegetais. Com a publicação da segunda parte – mais abrangente na medida em que incorpora ocorrências fossilíferas da América do Sul –, levada a cabo neste número, o projeto ganha forma definitiva.*

***Ciência & Ambiente** cumpre, assim, função intransferível, qual seja, a de servir como espaço de reflexão aos estudiosos de cada núcleo temático, visando, entre outros aspectos, (re)estabelecer vínculos entre valores particulares e universais, em atenção às grandes tendências do mundo contemporâneo.*

Nesta ótica, os magníficos episódios naturais que se verificaram ao longo de eras geológicas servem agora para caracterizar, com perfeição, a face universal do conhecimento que se compõe a partir de questões de aparência local. Com efeito, os elementos fósseis identificados na distante Santa Maria podem representar, por exemplo, elos decisivos quando se trata de reconstituir a história da vida na Terra ou, em termos atuais, a sua história ecológica. De outra parte, as implicações regionais de tais manifestações se fazem sentir em vários níveis, desde a demanda por formação de quadros especializados na área, até os eventuais impactos sócio-econômicos, oriundos do turismo científico organizado em torno dos achados paleontológicos.

Os editores desejam ressaltar ainda a expressiva participação de pesquisadores do Departamento de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que garantiram a qualidade das duas edições, tarefa complementada por renomados autores do país e do exterior; mais precisamente da Argentina, Uruguai e França. Tudo em nome de um personagem nem sempre considerado com a devida atenção: o leitor.



PRÓXIMA EDIÇÃO

*A revista **Ciência & Ambiente**, em atenção às grandes questões contemporâneas, selecionou o tema **Direito Ambiental** para a próxima edição. Ao oferecer espaço para as idéias relativas aos direitos ditos difusos ou, em outras palavras, de todos, os editores procuram reconhecer e atribuir valor aos esforços no sentido de constituir novos padrões, sobretudo éticos, para as relações entre as sociedades e o meio ambiente. E, na construção deste novo contexto, o direito ocupa, por certo, posição central.*

A PALEONTOLOGIA NA AMÉRICA DO SUL E A HISTÓRIA DA ECOLOGIA CIENTÍFICA

Pascal Acot

Um breve balanço da paleontologia na América do Sul no século XIX, em suas relações com o processo de emergência da ecologia, apresenta muitos paradoxos, como, aliás, acontece com frequência na história das ciências. Por exemplo, os fósseis encontrados nesse continente nem sempre estiveram presentes no pensamento dos paleontólogos, mas, quando isso ocorreu, tal presença foi na maioria das vezes fundamental. Um caso ilustrativo da questão evidencia-se na gênese do pensamento darwiniano: a descoberta de fósseis sul-americanos parece ter sido decisiva para a elaboração de suas principais bases teóricas.

Em 1853, o naturalista francês Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844) afirmava que as espécies fósseis não poderiam sobreviver caso reaparecessem sobre a terra, porque não se adaptariam às condições atuais. Tal asserção introduzia o que hoje, na problemática paleontológica, denominamos “condições do meio ambiente”.

Etienne Geoffroy Saint-Hilaire era transformista. Em 1830 se manifestara em oposição ao zoologista fixista e criacionista Georges Cuvier (1769-1832), por ocasião de um ferrenho debate na Academia de Ciências de Paris. O transformismo, doutrina partilhada por Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) e Charles Darwin (1809-1882), viria impor-se aos biólogos do século XIX. A idéia central é a de que as espécies se transformam no decurso das eras sob a influência das “circunstâncias”, como se dizia na época, para designar o que atualmente chamamos de “meio ambiente”.

Este olhar inovador sobre os seres vivos foi propiciado pelas dificuldades cada vez maiores enfrentadas pelos defensores das teorias segundo as quais a sucessão das faunas, testemunhada pelos fósseis, só encontraria explicação nas sucessões diluvianas e também nas criações consecutivas – sendo que o último dilúvio datado havia sido o descrito no Antigo Testamento.

Sem criar propriamente obstáculo à idéia de *evolução* das espécies, que passa a dominar no decorrer do século XVIII, as teses diluvianas estavam longe de coincidir com a idéia de que as forças materiais exercem ações transformadoras nos seres vivos. Era necessário entretanto que o papel dessas forças fosse estabelecido e reconhecido, a fim de que uma paleontologia científica pudesse constituir-se e que esse reconhecimento do peso das circunstâncias pudesse contribuir para o processo de constituição da ecologia científica. Como veremos, a geologia e os fósseis da América do Sul sempre estiveram presentes no pensamento dos principais atores dos processos históricos a que aludimos.

Transformismo ou criações sucessivas?

A presença de fósseis marinhos no flanco das montanhas foi objeto de numerosas controvérsias entre o século XVI e o final do século XVIII. O problema era elaborar uma teoria plausível que desse conta da formação das montanhas, portanto uma verdadeira geologia, a partir da idéia de que os fósseis foram depositados no fundo do mar. Avicenne [*Abu Sina*] (980-1037) considerava que as montanhas poderiam ter sido originadas seja do levantamento da crosta terrestre, como ocorre às vezes por ocasião de um terremoto, seja da erosão provocada pelas águas. Foi a segunda hipótese, batizada de “netuniana”, que prevaleceu, na forma de um “desabamento” do mar que cobria o globo ter-

restre imediatamente após sua criação, depois na forma das teorias diluvianas: “As águas engrossaram cada vez mais e todas as altas montanhas que existem sob o céu foram cobertas” (*Gênesis*, 7, 19). Posteriormente, em fins do século XVIII, o “plutonismo” de James Hutton (1726-1853), segundo o qual a crosta terrestre é explicada pelas emergências de matéria em fusão, suplantou as teorias netunianas.

Os fósseis marinhos foram portanto objetos integradores no plano científico: seu estudo aproximou os dois domínios inicialmente separados que denominamos hoje “biologia” e “geologia”, convidando os naturalistas a considerar que os mistérios da vida estão relacionados aos do globo terrestre.

Jean-Baptiste Monet, Cavaleiro de Lamarck, consagrou-se inicialmente à botânica, sob a direção de Bernard de Jussieu (1699-1777), no “Jardin du Roi” em Paris. Após a Revolução de 1789, o Jardim do Rei tornou-se “Jardin des Plantes”, e depois, em 1793, Museu Nacional de História Natural. Foi quando Lamarck passou a dirigir o setor dos invertebrados. Sua *Hidrogeologia* (1802), em que apresenta a teoria sobre a formação da Terra, é ainda marcada pelas teorias que prevaleciam no século precedente: inundações globais ter-se-iam sucedido no curso dos tempos, formando os continentes por sedimentação de depósitos orgânicos. Entretanto, ao contrário de seu colega, o barão Cuvier (1769-1832), Lamarck era transformista.

O transformismo lamarckiano é fundamentado em três princípios: as formas mais elementares da vida podem aparecer por geração espontânea; os seres vivos possuem uma tendência interna à complexidade, tendência constantemente perturbada pelas condições externas, as “circunstâncias”, o “meio-ambiente”. Sem tais perturbações, a evolução seria regular, e não balizada por interrupções nas séries, como observamos. Assinalemos que Lamarck não emprega o termo “evolução” (do latim *evolutio*, que, na época, remetia ao desenvolvimento dos seres pré-formados). Hoje, conservamos de Lamarck a idéia de adaptação direta: é pelo uso ou pelo desuso que os órgãos se desenvolvem ou se atrofiam (as girafas teriam o pescoço longo devido ao seu esforço para atingir as folhas mais altas das árvores da savana).

Com o pensamento lamarquiano, começa a lenta destituição do criacionismo e do fixismo, condição para a constituição de uma paleontologia científica. Paradoxalmente, será um adversário intransigente do transformismo que tornará possível esta constituição: o barão Georges-Léopold Cuvier, professor de história natural do Collège de France e depois professor no Museu. Cuvier é geralmente considerado o fundador da “anatomia comparada” (com este nome batiza sua disciplina no Museu) e da paleontologia dos vertebrados. Sua obra caracteriza-se por duas linhas de pesquisa estreitamente ligadas: reformulação da classificação do

reino animal e comparação das espécies fósseis às espécies atuais. Ele mostra também que os órgãos de um animal interagem, o que significa que certas características anátomo-fisiológicas implicam ou excluem outras: trata-se da lei das correlações orgânicas, com base na qual Cuvier tenta estabelecer a classificação do mundo animal. Assim, publica *O Reino Animal distribuído segundo sua organização* (1817) e *História natural dos peixes* (1828-1831).

Uma aplicação admirável desta lei refere-se às ossadas fósseis. O primeiro trabalho de sua autoria sobre o tema intitula-se *Espécies de elefantes fósseis comparadas a espécies vivas* (1812). Nesta obra expõe a idéia de que as sucessões de catástrofes naturais explicariam as sucessões de faunas fósseis, sendo que as novas faunas fósseis se desenvolveriam a partir das zonas remanescentes. A concepção de correlações orgânicas o conduz então a reconstituições espetaculares de organismos fósseis em sua totalidade, a partir de fragmentos de ossos ou de dentes. Desta forma, o exame dos dentes de um animal do gênero *Didelphus*, encontrado no gipso de Montmartre, em Paris, permite-lhe antecipar – com base na analogia estabelecida com os sariguês (gambás) – a descoberta, no mesmo sítio, de ossos marsupiais.

Cuvier questionou a modificação das espécies e concluiu: não se descobriram, até o presente, espécies intermediárias entre as grandes faunas fósseis, o que significa que se tenham sucedido pelo efeito de extinções catastróficas sucessivas.

Os fósseis sul-americanos

Alcide Dessalines d'Orbigny (1802-1857), primeiro titular da cadeira de paleontologia do Museu Nacional de História Natural, foi também um dos primeiros naturalistas de importância a estudar os fósseis sul-americanos. Consagrou-se a esses estudos entre 1826 e 1834, tendo sido o fundador da paleontologia estratigráfica, disciplina criada por ele em decorrência de suas investigações sobre os estratos fossilíferos da bacia do Paraná. A partir de então, estabeleceu-se que as camadas de rochas sedimentares depositaram-se no decorrer de períodos sucessivos e que é possível datá-las datando-se os fósseis de cada camada. A evidência de vinte e oito camadas estratigráficas conduziu d'Orbigny a defender a idéia de vinte e oito criações sucessivas de faunas e de floras. Cuvier, por seu turno, não se decidia a recorrer a criações sucessivas: segundo ele, não parecia plausível que em matéria de Criação Deus tivesse procedido a tantas repetições...

D'Orbigny morreu em 1857, dois anos antes da publicação de *A Origem das Espécies*, portanto, sem ter podido conhecer o transformismo darwiniano. Não foi o caso de Louis Agassiz (1807-1873), que teve a oportunidade não só de ler *A Origem...*,

como também de ter sido contemporâneo dos debates que a obra suscitou. Suíço de nascimento, naturalista e geólogo, Louis Jean Rodolphe Agassiz é conhecido por seus trabalhos sobre as geleiras e os peixes fósseis, tendo iniciado sua carreira na Suíça, por uma preciosa coleção de peixes brasileiros originários essencialmente do rio Amazonas que ele cuidadosamente classificou. Consagrou-se depois ao estudo dos peixes fósseis da Europa e das faunas a eles associadas. Graças sobretudo ao auxílio de Alexander von Humboldt (1769-1859), obteve um cargo de professor de História Natural na Universidade de Neuchâtel, na Suíça, tendo ocupado a função de 1832 a 1846. Em 1836, engajou-se em novas pesquisas sobre os movimentos das geleiras alpinas e seus efeitos. Em 1846, uma viagem aos Estados Unidos motivada pela geologia e a história natural vem modificar o seu destino: após uma série de conferências, de Boston a Charleston e depois em outras cidades, aceita uma cadeira de zoologia na Universidade de Harvard. A partir de então, vai consagrar-se à geologia e à história natural dos Estados Unidos. Durante o ano de 1865 realiza uma viagem ao Brasil.

Louis Agassiz conhecia os dados nos quais se baseara Charles Darwin para desenvolver sua teoria da evolução. Aceitava a influência das “circunstâncias exteriores” sobre as floras e as faunas, tendo enriquecido o saber naturalista na questão. Neste sentido, participou da corrente de pensamento que domina a segunda metade do século XIX e que confere papel cada vez mais importante aos fatores ambientais culminando com a constituição da ecologia vegetal em 1895.¹ Contudo, considerava tais fatores apenas do ponto de vista de seu poder de destruição, refutando assim o potencial criador que Darwin reconhecia neles, por intermédio da seleção natural.

Agassiz permaneceu no entanto um adversário renhido do transformismo. Criacionista e neoplatônico, concebia cada espécie vegetal e animal como uma idéia divina e percebia os parentescos entre as espécies como associações dessas idéias.

Darwin e os tatus

Charles Darwin tinha explorado a América do Sul muito antes de Agassiz, mas durante o mesmo período que Alcide d’Orbigny. Sabe-se, contudo, que a partir dos mesmos dados havia tirado conclusões bem diferentes.

Com efeito, o continente sul-americano desempenhou considerável papel na gênese do pensamento darwiniano e, correlativamente, na afirmação da importância dos fatores ambientais na explicação dos seres vivos. Um dos fortes argumentos do fixismo era que as espécies não tinham tempo material suficiente para transformar-se nos períodos relativamente curtos que separavam

¹ Cf. ACOT, P. O Brasil e a constituição da ecologia científica no século XX. *Ciência & Ambiente*, 13:7-14, 1996.

as catástrofes supostas pelas teorias dominantes.

Evidenciando a imensidão dos tempos geológicos e provando a existência de uma *evolução* do planeta, o geólogo escocês Charles Lyell (1797-1875) havia criado as condições para uma reflexão transformista que associaria biologia e paleontologia. Como veremos, tal reflexão foi acompanhada do estabelecimento de uma concepção dos conjuntos vegetais que levava em conta as vegetações muito antigas, em especial as floras terciárias.

O pensamento de Charles Lyell foi de muita importância para a gênese de *A Origem das Espécies*: em sua viagem ao redor do mundo Darwin tinha levado o primeiro volume dos *Princípios de Geologia*, recém-publicado. De modo geral, sua obra como geólogo é indevidamente esquecida pela historiografia tradicional, mais preocupada com sua teoria da evolução: convém lembrar que, de volta à Grã-Bretanha, Darwin foi eleito “Fellow of the Geological Society”.

“During the voyage of the *Beagle*, I had been deeply impressed by discovering in the Pampean formation great fossil animals covered with armour like that on the existing armadillos (...)” conta Darwin, na versão de sua autobiografia editada por seu filho Francis (1848-1925) em 1892. Havia descoberto séries animais repartidas no tempo, sendo que nas ilhas de Galápagos e no conjunto de suas observações sobre o continente sul-americano tentava descobrir o sentido de séries repartidas no espaço. Assim, indica, na mesma passagem de sua autobiografia, que ficara igualmente impressionado por “the manner in which allied animals replace one another in proceeding southwards over the continent; and (...) by the South American character of most of the productions of the Galapagos archipelago, and more especially by the manner in which they differ slightly on each island of the group (...)”²

A idéia de sanção (confirmação) das variações individuais pelas pressões seletivas dos diversos meios ambientais – no espaço e no tempo – tornou coerente o conjunto dos dados referidos, e ainda muitos outros, como os parentescos das floras e das faunas insulares com as floras e as faunas continentais vizinhas – no caso das ilhas do Cabo Verde com o continente africano, ou do arquipélago de Galápagos com o continente sul-americano.

A figura controvertida de Florentino Ameghino (1853-1911) deve ser evocada quando se trata de paleontologia na América do Sul. De origem italiana, sua família emigra para a Argentina quando ainda era muito jovem. Desde cedo coleciona fósseis, interessando-se por sua classificação. Legou-nos uma obra considerável: teria descoberto mais de 6.000 espécies fósseis de animais. Foi professor na Universidade de Córdoba (Argentina) e professor de geologia e de mineralogia na Universidade Nacional

² DARWIN, Francis, ed. *Charles Darwin, His Life told in an Autobiography Chapter and in a Selected Series of his Published Letters*. D. Appleton and Company, 1892. Edição fac-simile: *The Autobiography of Charles Darwin and Selected Letters*. New York: Dover Publications, Inc., 1958. p. 41-42.

“Durante a viagem do *Beagle*, fiquei profundamente impressionado ao descobrir, nas formações pampeanas, fósseis de grandes animais cobertos de carapaças como a dos tatués (...)” Impressionara-o também “a maneira com que animais de estrito parentesco se substituem uns aos outros à medida que se avança para o sul do continente; e (...) o caráter sul-americano da maioria dos fósseis do arquipélago de Galápagos e, mais especialmente, como pouco diferem em cada ilha do grupo (...)” (N.T.).

de La Plata. Teria sido seu relativo isolamento dos meios científicos europeus que o fizera aprofundar a estranha teoria segundo a qual a pátria de origem de todos os mamíferos do mundo – inclusive seres humanos – encontra-se nos pampas argentinos? Demitido da função de docente em razão dessa teoria fantasiosa, foi no entanto nomeado diretor do Museu de História Natural de Buenos Aires em 1902. A história das ciências está cheia de casos deste tipo, em que um erro gritante coexiste com um discurso científico rico e verdadeiro.

A importância das floras terciárias

Além da emergência do transformismo e do desenvolvimento da paleontologia animal, o impulso da paleontologia vegetal foi de grande relevância para a constituição da ecologia científica. Os botânicos que, nas últimas três décadas do século XIX, realizam pesquisas na área designada hoje como “ecologia vegetal” descobrem gradativamente a importância das floras terciárias para a explicação das floras atuais. Este movimento pode ser exemplificado por Adolphe Théodore Brongniart (1801-1876), filho do mineralogista Alexandre Brongniart (1770-1847).

Adolphe Théodore Brongniart entra para o Museu de História Natural em 1831, como assistente do botânico René-Louiche Desfontaines (1750-1833), a quem sucede dois anos mais tarde. Aplicando à classificação das plantas fósseis o método de Cuvier, ou seja, o uso da anatomia e da histologia comparadas, é considerado pelos historiadores da biologia como o fundador da paleobotânica.

A partir de 1828, desenvolve um sistema de classificação em que distingue quatro grupos sucessivos de formas vegetais dominantes, desde as primeiras vegetações terrestres até as floras atuais. Percebe-se, nesta maneira de classificar os vegetais fósseis, o esboço de uma idéia das sucessões vegetais que será ilustrada pelo sueco Ragnar Hult (1857-1899) – pioneiro neste assunto (área, domínio, questão) e que introduziu o conceito de *climax* em botânica, para designar o estágio terminal de uma sucessão.³ É conhecida a importância que ganhou a concepção das sucessões vegetais na ecologia científica das primeiras décadas do século XX, sobretudo com os trabalhos dos norte-americanos Henry Chandler Cowles (1869-1939) e Frederic Edward Clements (1874-1945).

O peso das paleovegetações terciárias na explicação das floras atuais foi avaliado pela primeira vez, de maneira sistemática, pelo botânico genebrino Alphonse (Louis Pierre Pyrame) de Candolle (1806-1893), filho de Augustin Pyrame de Candolle. Ele mostra, em 1855, que as vegetações atuais são “(...) a continuação, através de numerosas transformações

³ HULT, R. *Blekinges Vegetation Bot. Centralbl.*, 27: 192, 1886.

⁴ CANDOLLE, A. de *Géographie botanique raisonnée*. Paris, 1855. Liv. IV, Capítulo XXVIII.

⁵ A Provença é uma região do sul da França, caracterizada por seu clima mediterrâneo.

⁶ WARMING, E. *Plantensamfund, Grundtræk af den Økologiske Plantegeografi*. Copenhagen: P. G. Philipsen, 1895. Trad. alemã: *Lehrbuch der Ökologischen Pflanzengeographie, Eine Einführung in die Kenntniss der Pflanzenvereine*. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1896. Trad. inglesa aumentada: *Oecology of Plants, An Introduction to the Study of Plant Communities*. Oxford: Clarendon Press, 1909.

Pascal Acot é Historiador da Ecologia e pesquisador do Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), França. Texto traduzido por Zília Mara Pastorello Scarpari.

geológicas, geográficas e, mais recentemente, históricas, das vegetações anteriores”, e que “A distribuição dos vegetais, em nossa época, está portanto intimamente ligada à história do reino vegetal”.⁴ No decurso do mesmo período, trabalhos comparáveis são efetuados pelo botânico – igualmente gebrino – Gaston de Saporta (1823-1895), que enfatiza os parentescos entre as floras terciárias da Provença⁵ e as floras tropicais atuais, confirmando assim a hipótese das migrações vegetais pelas mudanças climáticas. Ainda aqui se reconhece a importância que vai adquirir, algumas décadas mais tarde, o conceito de migração vegetal para a ecologia.

Os historiadores da ecologia científica consideram sem dúvida o botânico dinamarquês Eugenius (Johannes Bülow) Warming (1841-1924) o fundador da ecologia vegetal.⁶ Ainda estudante, tornara-se secretário do zoólogo dinamarquês P. W. Lund. Os dois estiveram no Brasil entre 1863 e 1866, mais precisamente em Lagoa Santa, Estado de Minas Gerais. Desta feita, a paleontologia só encontrará a ecologia científica muito indiretamente, pois enquanto Lund pesquisava fósseis de bichos-preguiças arborícolas, Warming elaborava um grande trabalho sobre a flora do Brasil central.

ORÍGENES DE LA PALEONTOLOGÍA DE VERTEBRADOS EN AMÉRICA DEL SUR

Alvaro Mones

*Y cuando yu vi estos huesos acabé
de persuadirme que en esta tierra
hubo gigantes.*

Diego de Ocaña (1607)

***L**a reconstitución histórica de la Paleontología de Vertebrados en América del Sur requiere referencias al mundo indígena y a los relatos sobre la existencia de restos fósiles – en general asociados a gigantes humanos. Exige también consideraciones acerca de los numerosos registros de vertebrados fósiles, desde el primero, hecho por Cieza de León en su Crónica de 1553, hasta las descubiertas de 1787, en el río Luján, en la Provincia de Buenos Aires – un esqueleto casi completo de un gigantesco cuadrúpedo, pocos años después bautizado con el nombre de *Megatherium americanum*.*

El mundo indígena

¹ HAUTHAL, R., ROTH, S. & LEHMANN-NITSCHKE, R. El mamífero misterioso de la Patagonia *Grypotherium domesticum*. *Revista del Museo de La Plata*, 9:409-473, 1899. láms. 1-5, 1 fig. NORDENSKJÖLD, E. La grotte du *Glossotherium* (*Neomyiodon*) en Patagonie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 129(26): 1216-1217, 1899.

² BRYAN, A. L., CASAMIQUELA, R. M., CRUXENT, J. M., GRUHN, R. & OCHSENIUS, C. An El Jobo mastodon kill at Taima Taima, Venezuela. *Science*, 200(4347):1275-1277, 1978. figs. 1-4.

CRUXENT, J. M. Projectile points with Pleistocene mammals in Venezuela. *Antiquity*, 44(175):223-225, 1970.

OCHSENIUS, C. & GRUHN, R. (eds.). Taima Taima. A late Pleistocene paleo-indian kill site in northernmost South America. Final report of 1976 excavations. Pp.1-137, figs. South American Quaternary Documentation Program, Federal Republic of Germany, 1982?

³ LANA, F. *Der Anfang vor dem Anfang*. Rotes Fädchen, 4:1-49, figs. Museum für Völkerkunde, Frankfurt am Main, 1988.

⁴ BORBA, T. Observações sobre os indígenas do Estado do Paraná. *Revista do Museu Paulista*, São Paulo, 6:53-62, 1904.

⁵ ROSALES, D. de. *Historia general de el Reino de Chile, Flandes indiano*. Escritores Coloniales de Chile, 3:1-120. Santiago: Editorial Universitaria, S. A., 1969? (ca.1674). Selección, prólogo y notas de A. Calderón.

⁶ LEHMANN-NITSCHKE, R. Mitología sudamericana. I. El diluvio según los araucanos de la pampa. *Revista del Museo de La Plata*, 24(2):28-81, 1919.

Son prácticamente inexistentes las menciones a restos fósiles en la mitología indígena sudamericana. Las pocas referencias que conocemos, las encontramos a través de los primeros cronistas e historiadores de Indias y, en general, más como interpretación propia de éstos que como verdadera tradición mitológica.

No cabe duda de que los indígenas conocían la existencia de restos fósiles en los territorios que ocupaban y, a pesar de su desarrollo cultural, tan extraño al pensamiento occidental, las interpretaciones de esos vestigios son en parte coincidentes. Todo elemento esquelético de gran tamaño se atribuye a gigantes. Esto tiene implicancias científicas, ya que frente a lo aparentemente sobrenatural, se plantea una explicación biológica. Ella establece una relación entre un hueso o un diente, de tamaño inusual para la realidad cotidiana, con un ser vivo. Por las pocas noticias que tenemos, estos restos eran indefectiblemente asignados a gigantes humanos – o humanoides – que, en tiempos antiguos, habían ocupado su territorio. Su memoria representa, quizás, los últimos registros de una tradición oral ya intemporal, en que el paleoindio convivía con la megafauna. Esta convivencia está bien documentada en tan apartadas localidades sudamericanas, como Ultima Esperanza, Chile¹ y Taima Taima, Venezuela².

Son numerosos, también, los mitos relativos al diluvio. Estos, en el mundo occidental antiguo, están frecuentemente relacionados con la presencia de fósiles, especialmente de animales marinos. En cambio, entre los indígenas sudamericanos, este mito involucra casi exclusivamente al origen de la etnia que lo relata, teniendo como *leitmotiv* las intensas lluvias que cubren la tierra y que, como consecuencia de ello, los antepasados, humanos o animales, se ve obligados a refugiarse en alguna parte alta, que puede ser un árbol o una colina. Invariablemente la parcialidad se reconoce descendiente de los sobrevivientes del cataclismo. A título de ejemplo, y para demostrar la amplitud geográfica y étnica de estos mitos, diremos que los encontramos entre los Desana de la Amazonia colombiana³, los Kaingang y los Botocudos, del Estado de Paraná, Brasil⁴, los Araucanos de Chile⁵ y los Ranqueles de la Provincia de Río Negro, Argentina⁶.

Los albores (desde el Descubrimiento hasta 1832)

Este período, que marca el inicio del conocimiento paleontológico sudamericano para el mundo occidental, ocupa un espacio de tiempo que se extiende desde los primeros cronistas de Indias hasta 1832. Esta última fecha ha sido elegida un tanto arbitrariamente, pero nos parece muy significativa, ya que es el año de la muerte de Cuvier⁷, el padre de la Paleontología de

⁷ GEORGES-LÉOPOLD-CHRÉTIEN-FRÉDÉRIC-DAGOBERT CUVIER (*Montbéliard, 23.8.1769 – †Paris, 13.5.1832), naturalista francés, también reconocido como padre de la anatomía comparada, autor de numerosas obras, entre las que tuvieron más resonancia se encuentran sus *Recherches sur les ossements fossiles* (1812) y *Le Règne Animal* (1817).

⁸ FORMISANO, L. Introducción y notas, in VESPUCCI, A. *Cartas de viaje*. El Libro de Bolsillo, 1215:1-50. Madrid: Alianza Editorial, 1986. p. 29.

⁹ COLÓN, C. Carta a Luis de Santangel (1493), pp. 167-172, in AVONTO, L. *Mirando al otro. América en la literatura de viajes de los italianos (siglos XV-XVI)*. Pp. 1-315, figs. 1-21. Montevideo: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad de la República, 1995. p. 167-168.

¹⁰ VESPUCCI, A. *Cartas de viaje*. El Libro de Bolsillo, 1215:1-139. Madrid: Alianza Editorial, 1986. p. 53, 63.

¹¹ VESPUCCI, A. Op. cit., p. 60-61.

¹² PIGAFETTA, A. *Primer viaje en torno del Globo*. Los Grandes Viajes Clásicos, 23:1-203, 3 láms., figs.1-2.,1 mapa. Madrid: Calpe, 1922. p. 52.

¹³ GERBI, A. *La naturaleza de las Indias Nuevas. De Cristóbal Colón a Gonzalo Fernández de Oviedo*. Pp. 1-562. México: Fondo de Cultura Económica, 1978. p. 131.

¹⁴ PEDRO CIEZA DE LEÓN (* Sevilla?, 1518 – † Sevilla, 1560), militar y cronista de América, vino a ésta en 1531, regresando a España hacia la mitad del siglo XVI. Radicado en Sevilla, publicó la primera parte de su *Crónica* en 1553. El resto de la obra quedó inconclusa o se perdió.

Vertebrados. Por otra parte, a partir de ese primer tercio del siglo XIX, los aportes a la paleontología de vertebrados sudamericana se irán haciendo cada vez más frecuentes y numerosos, por lo que creemos que esta línea divisoria de la cronología es justificada. A partir de 1833 empiezan a mutiplicarse las descripciones de nuevos restos, tímidamente primero, pero luego, en la segunda mitad del siglo, el ritmo se acelerará en forma casi geométrica.

El choque entre realidades naturales diferentes que produjo el descubrimiento y conquista de América se vio fuertemente influenciado por la aún vigente mitología antigua y medieval europea. Aunque a esa hora, en algunos niveles culturales, ya se tenía consciencia de lo que representaba un fósil – para ello basta con conocer la opinión del gran Leonardo – la idea de fósil no estaba de ninguna manera consolidada ni difundida. Seguramente menos aún lo estaba entre los conquistadores y los clérigos de la conquista, hombres en general ignorantes de las cosas de la naturaleza, obsesionados por la ambición del oro, los unos, y por difundir la fe de la religión, los otros.

El mito de los gigantes es sin duda un tema recurrente en el descubrimiento y conquista de América en que, al decir de Formisano “2a traducción de lo inédito mediante una vieja retórica donde domina la hipérbole y las cosas son grandes, grandísimas, infinitas, es decir, ilimitadas en cantidad y en número, donde los seres se visten de formas superlativas o diminutivas y la palabra clave es *maravilla*, o aun, con mayor vaguedad, cosa de *maravilla*.”⁸ Es cierto, lo superlativo domina en las descripciones, como lo demuestran estos dos ejemplos de la primera hora:

*y todas las otras [islas] son fertilísimas en demasiado grado, y esta en extremo [...] y fartos ríos y buenos y grandes que es maravilla [...] y montañas altísimas [...] todas ferosísimas [...] y llenas de árboles de mil maneras i altas, i parecen que llegan al cielo... ay pinares a maravilla e ay campiñas grandísimas [...] e ay gente instimabile numero. La Spañola es maravilla....⁹ [...] vimos una infinitísima cosa de pájaros de diversas formas y colores, y tantos papagayos, y de tan diversas suertes, que era maravilla. [...] Descubrimos infinita tierra, vimos infinitas gentes [...] y de árboles infinitísima cosa y todos aromáticos.¹⁰ Los subrayados en **negrita** son nuestros.*

A estas exageraciones de mentes febriles por la novedad indiana se va a agregar la presencia de gigantes en el Nuevo Mundo. Los dos relatos que seguramente influyeron más profundamente en las mitificaciones posteriores son los que nos transmiten Vespucio y Pigafetta. Así nos cuenta el primero su episodio con los gigantes, posiblemente ocurrido en la isla de Curaçao:

¹⁵CIEZA DE LEÓN, P. *La crónica del Perú, nuevamente escrita por...* Biblioteca de Autores Españoles desde la creación del lenguaje hasta nuestros días. 26 (Historiadores primitivos de Indias, 2):349-458. Madrid, 1947 (1553). LII, p. 405.

¹⁶AGUSTÍN DE ZÁRATE (?), poco se sabe de la vida de este cronista, salvo que llegó a América en compañía del virrey Blasco Núñez Vela, para poner en orden las economías del Perú, grandemente resentidas por la guerra civil que sufría esa región. Su historia apareció por primera vez en Amberes, en 1555.

¹⁷ZÁRATE, A. de. *Historia del descubrimiento y conquista de la Provincia del Perú, y de las guerras y cosas señaladas en ella, acaecidas hasta el vencimiento de Gonzalo Pizarro y de sus secuaces, que en ella se rebelaron contra Su Majestad.* Biblioteca de Autores Españoles desde la creación del lenguaje hasta nuestros días, 26 (Historiadores primitivos de Indias, 2):459-574. Madrid: Ediciones Atlas, 1947 (1555). V, p. 465.

Por las dimensiones señaladas, nos permitimos aventurar que estos dientes pudieran pertenecer a un mastodonte Gomphotheriidae.

¹⁸CIEZA DE LEÓN, P. Op. cit. ZÁRATE, A. de. Op. cit.

¹⁹CIEZA DE LEÓN, P. Op. cit. ZÁRATE, A. de. Op. cit.

²⁰SARMIENTO DE GAMBOA (*Alcalá de Henares o Pontevedra, ca. 1532 – *ca. 1592), navegante, escritor, cosmólogo y cartógrafo español. Es autor, entre otras obras, del *Viaje al Estrecho de Magallanes* (escrito en 1580, publicado en 1768) y de la *Historia general llamada Índica* (escrita en 1572, publicada en 1906).

encontramos [...] 7 mujeres de tan gran estatura que no había ninguna de ellas que no fuese más alta que yo un palmo y medio [...]. Y... llegaron 36 hombres [...] de estatura tan elevada que cada uno de ellos era de rodillas más alto que yo de pie: en conclusión eran de estatura gigantes, según el tamaño y proporción del cuerpo, que correspondía con su altura; que cada una de las mujeres parecía una Pentesilea, y los hombres Anteos.¹¹

El segundo de los navegantes narra el sorprendente encuentro con gigantes en el puerto de San Julián, en la Patagonia austral, en los siguientes términos:

Un día, cuando menos lo esperábamos, un hombre de figura gigantesca se presentó ante nosotros. [...] Este hombre era tan grande que nuestra cabeza llegaba apenas a su cintura.¹²

Estos agigantamientos responderían a “una mitificación posterior, realizada bajo la influencia de las famosas tradiciones de gigantes bíblicos y clásicos”¹³ y serían esenciales, añadimos nosotros, para fundamentar las explicaciones de los restos fósiles hallados en el Nuevo Mundo.

La primera referencia a vertebrados fósiles en América del Sur se debe a Cieza de León,¹⁴ quien, al escribir en su *Crónica* (1553) sobre la península de Santa Elena, Ecuador, encuentra justificativo a un mito indígena sobre la presencia de gigantes en la referencia de segunda mano de españoles que vieron

un pedazo de muela, que juzgaban que á estar entera pesara más de media libra carnicera; y también que había visto otro pedazo del hueso de una canilla [tibia], que es cosa admirable contar cuán grande era; lo cual hace testigo haber pasado.¹⁵

Casi simultáneamente, en 1555, aparece la *Historia del Perú* de Zárate¹⁶, quien haciendo uso del mismo mito nos dice:

Junto á esta punta [de Santa Elena], dicen los indios de la tierra que habitaron unos gigantes, cuya estatura era tan grande como cuatro estados de un hombre mediano. [...]. Y con todo esto, nunca se dio entero crédito a lo que los indios decían cerca destos gigantes, hasta que siendo teniente de gobernador en Puerto-Viejo el capitán Juan de Olmos, natural de Trujillo, en el año de [1]543, y oyendo todas estas cosas, hizo cavar en aquel valle, donde hallaron tan grandes costillas y otros huesos, que si no parecieran juntas las cabezas, no era creible ser de personas

*humanas; y así, hecha la averiguación y vistas las señales de los rayos en las peñas, se tuvo por cierto lo que los indios decían; y se enviaron a diversas partes del Perú algunos dientes de los que allí se hallaron, que tenía cada uno tres dedos de ancho y cuatro de largo.*¹⁷

Ambos cronistas creen firmemente que la extinción de los gigantes se debió a la mano divina, por haber incurrido aquéllos en grave pecado:

*Pasados algunos años, estando todavía estos gigantes en esta parte, como les faltasen mujeres, y las naturales no les cuadrasen por su grandeza, o porque sería vicio usado entre ellos, por consejo y inducimiento del maldito demonio, usaban unos con otros el pecado nefando de la sodomía, tan gravísimo y horrendo; el cual usaban y cometían pública y descubiertamente, sin temor de Dios y poca vergüenza de sí mismos (Cieza de León) y como era, esta gente muy dados al vicio contra natura, la Justicia divina los quitó de la tierra (Zárate).*¹⁸

El modo de exterminio, sin duda está ya contaminado por la omnipresente influencia del pensamiento católico. ¿No se podría reconocer acaso a Gabriel en aquel

*ángel resplandeciente, con una espada tajante y muy refulgente, con la cual de un solo golpe los mató a todos y el fuego los consumió (Cieza de León). Porque dicen que bajó del cielo un mancebo resplandeciente como el sol, y peleó con ellos, tirándoles llamas de fuego, que se metían por las peñas donde daban, y hasta hoy están allí los agujeros señalados; y así, se fueron retrayendo a un valle, donde los acabó de matar todos (Zárate).*¹⁹

Aparte de estos registros precursores, encontramos varias menciones a vertebrados fósiles en publicaciones posteriores, entre las que debemos distinguir entre las que simplemente retoman la información ya conocida y aquellas que significan nuevos datos para la paleontología naciente. Entre los primeros contamos con autores tales como: Sarmiento de Gamboa,²⁰ que incluye una *Fábula del origen de estos bárbaros indios del Pirú según sus opiniones ciegas*, en que relata que

... el demonio, que siempre procura el daño del linaje humano, viese a estos desventurados fáciles en el creer y tímidos para obedecer, introdujóles muchas ilusiones, mentiras y fraudes, haciéndoles entender que él los había criado al principio, y que después, por sus maldades y pecados, los había destruído con diluvio

²¹ SARMIENTO DE GAMBOA, P. *Historia de los incas*. Pp.1-302. Buenos Aires: Emecé Editores, 1947 (1572). Nota preliminar de A. Rosenblat. cap. VI, p. 100-102.

²² GREGORIO GARCIA (*Cózar, ca. 1575 - †Baeza, 1627), fraile dominico, licenciado en teología, viajó a América en 1592, donde permaneció doce años. Regresa a España hacia 1604, y en 1607 publica su *Origen de los Indios*, obra que más de 120 años después fue reeditada y anotada por González Barcia (1729).

²³ GARCÍA, G. *Origen de los indios de el Nuevo Mundo e Indias Occidentales, averiguado con discurso de opiniones por el Padre Presentado Fr. Gregorio García, de la Orden de Predicadores*. Pp. (32) + 7-336 + (60). Madrid: Imprenta de Francisco Abad, 1729 (1607). I, iv, 1:35. (Impresión facsimilar de la segunda edición anotada por A. GONZÁLEZ BARCIA, 1981:xli + 1-419. Biblioteca Americana, Fondo de Cultura Económica, México).

²⁴ REGINALDO DE LIZÁRRAGA (su verdadero nombre era BALTASAR DE OVANDO) (*Medellín, ca. 1545 - †Asunción, 1615), fraile dominico, llegó a América hacia 1560, alcanzando el obispado de La Imperial (1596) y hacia 1610 el de Asunción del Paraguay, que ocupa hasta su muerte.

²⁵ LIZÁRRAGA, R. de. *Descripción breve de toda la tierra del Perú, Tucumán, Río de la Plata y Chile*. Biblioteca de Autores Españoles desde la formación del lenguaje hasta nuestros días, 216:1-213. Madrid: Ediciones Atlas, 1968 (1603-1609). IV, p. 5.

²⁶ LIZÁRRAGA, R. de. Op. cit., I, p. 4.

²⁷ GARCILASSO DE LA VEGA,

Y. *Primera parte de los comentarios reales, que tratan del origen de los Yncas, reyes que fueron del Perú, de su idolatría, leyes, y gobierno en paz y en guerra: de sus vidas y conquistas, y de todo lo que fue aquel Imperio y su Republica, antes que los Españoles passaran a el.* Pp. [20] + 1-264f, 1 lám. Lisboa: Pedro Crasbeeck, 1609. libro XI, cap. IX.

²⁸ ANTONIO VÁZQUEZ DE ESPINOSA (*Jerez de la Frontera, último tercio del s. XVI – † Sevilla, 1630), sacerdote carmelita descalzo, llegó a América como misionero, donde permaneció unos diez años, recorriendo México, Centro América, Perú, Chile, y posiblemente Tucumán y Paraguay. En 1622 volvió a España.

²⁹ VÁZQUEZ DE ESPINOSA, A. *Compendio y descripción de las Indias Occidentales (1630)*. Smithsonian Miscellaneous Collections, 108:xii + 1-801. Washington, 1948. § 1122. Transcripción y prólogo de C. U. Clark, quien primero publicó una traducción inglesa en la misma serie, vol. 102, 1942; nosotros preferimos utilizar la versión original en español.

³⁰ DIEGO DE OCAÑA (*Ocaña, ca. 1565 – †México, 1608), monje de Guadalupe, embarcó para las Indias en 1599, llegó a Panamá, y luego pasó al Perú y Chile, la Patagonia, Paraguay, norte Argentino, Bolivia y finalmente a México.

³¹ OCAÑA, D. de. *A través de la América del Sur*. Crónicas de América, 33:1-256. Historia 16, Madrid, 1987 (ca. 1607). p. 143-144. Edición de Arturo Alvarez.

³² DIEGO DE ROSALES (*Madrid, ca. 1603 – †3.6.1677?), sacerdote jesuita español, misionó en Chile durante largos años. De sus escritos solo se conservó la *Historia General del Reino de Chile*, que se publicó por primera vez en 1877.

³³ ROSALES, D. de. Op. cit., p. 17.

y los había tornado a crear [...]. Y después de criado el mundo, [Viracocha] formó un género de gigantes disformes en grandeza, pintados o esculpidos, para ver si sería bueno hacer los hombres de aquel tamaño. Y como le pareciesen de muy mayor proporción que la suya, dijo: 'No es bien que las gentes sean tan crecidas; mejor será que sean de mi tamaño'. Y así crió los hombres a su semejanza, como los que agora son. Y vivían en obscuridad.

A estos mandó el Viracocha que viviesen sin se desavenir, y que conociesen y sirviesen; y les puso cierto precepto, que guardasen so pena que, si lo quebrantasen, los confundiría [...]. Pero igual] traspasaron el precepto [...] Y luego fueron unos convertidos en piedras y otros en otras formas, a otros tragó la tierra y a otros el mar, y sobre todo les envió un diluvio general....²¹

Parece fuera de toda duda que aquellos gigantes ensayados en piedra y estos hombres prediluvianos convertidos en piedra, no son otra cosa que interpretaciones libres de los verdaderos fósiles.

García²² retoma lo dicho por cronistas anteriores, especialmente el padre Acosta, en los siguientes términos:

*Ai en el Perú grande relacion de vnos Gigantes, que vinieron en aquellas Partes, cuios huesos se hallan oi Dia de disforme grandeça, cerca de Manta, i de Puerto Viejo, i en proporcion havian de ser aquellos Hombres mas que tres tanto maiores que los Indios de aora. Dicen, que aquellos Gigantes vinieron por Mar, i que hicieron Guerra a los de la Tierra, i que edificaron Edificios sobervios, i muestran oi vn Poço, hecho de Piedras de gran valor. Dicen mas, que aquellos Hombres, haciendo pecados enormes, i especial vfando contra natura, fueron abrasados, i consumidos con fuego, que vino del Cielo.*²³

Lizárraga²⁴ también hace mención a restos de gigantes en su *Descripción*, escrita entre 1603 y 1609:

...está la punta llamada de Santa Helena [...]. Hubo aquí antiguamente gigantes, que los naturales decían no saber [de] dónde vinieron; sus casas tenían tres leguas más abajo del surgidero, hechas a dos aguas con vigas muy grandes; yo vi allí algunas traídas en balsas para hacer un tambo que allí labraba el encomendero [...]. Vi también una muela grande de un gigante, que pesaba diez onzas y más. Refieren los indios, por tradición de sus antepasados, que como

Interesa destacar aquí que Rosales es uno de los primeros en asignar restos fósiles de vertebrados a un animal diferente al hombre (gigantes), aunque no tenemos forma de confirmar si su identificación es correcta.

³⁴ JOSÉ GUEVARA (?), sacerdote jesuita, residió en el Río de la Plata entre 1733 y 1767. Su *Historia del Paraguay* se publicó por primera vez en 1836.

³⁵ GUEVARA, J. de. *Historia del Paraguay, Río de la Plata y Tucumán*, in P. de Angelis: *Colección de obras y documentos...*, 2(II,10):vii + 1-212 + ii. Buenos Aires: Imprenta del Estado, 1836. p. 8.

De acuerdo a esta descripción, como en el caso relatado más arriba por Zárate, probablemente se trata de un mastodonte Gomphotheriidae.

³⁶ JOSÉ SÁNCHEZ LABRADOR (*La Guardia, 1717 - *Ravena, 10.10.1798), sacerdote jesuita, naturalista e historiador, llegó a Buenos Aires en 1734, donde continuó sus estudios hasta 1740, residiendo sucesivamente en Córdoba, Montevideo y Asunción. Expatriado, llegó a Italia en 1768. Autor de *El Paraguay Católico* y *El Paraguay Natural*, ambas publicadas parcialmente.

³⁷ SÁNCHEZ LABRADOR, J. *Paraguay Catholico. Los indios pampas - puelches - patagones*. Pp. xlviii + 1-[255], 2 mapas. Buenos Aires: Viau y Zona Editores, 1936 (1772). xvi-xvii. Prólogo y notas de G. Furlong Cárdiff.

³⁸ CUVIER, G. Sur les éléphants vivans et fossiles. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, 8:1-58. Paris, 1806a. p. 57-58. CUVIER, G. Sur différentes dents du genre des mastodontes, mais d'espèces moindres que celles de l'Ohio, trouvées en plusieurs lieux des deux continens. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, 8:401-424, láms. 1-4. Paris, 1806b, p. 419.

*fuesen advenedizos, no saben de dónde, no tuviesen mujeres y las naturales no los aguardaban, dieron en el vicio de la sodomía, la cual castigó Dios enviando sobre ellos fuego del cielo, y así se acabaron todos; no tiene este vicio nefando otra medicina.*²⁵

Obsérvese la similitud de la forma de destrucción de los gigantes con la relatada por Cieza y por Zárate, transcritas más arriba. Para Lizárraga no existe ninguna relación de parentesco entre estos gigantes y los primeros indígenas pobladores de la región, como afirma, con cierto grado de resignación, en el siguiente párrafo:

*Lo que con mucha verdad podemos afirmar, que no se sabe hasta hoy, ni en los siglos venideros naturalmente se sabrá, de qué hijos o nietos o descendientes de Noé los indios de todas estas islas, ni tierra Firme, ni México, ni del Perú, hayan procedido.*²⁶

Por su parte, Garcilaso de la Vega²⁷ que parece no dudar de la existencia de gigantes, se limita a transcribir lo que dice Cieza de León, ya que, según él, éste se extiende más que Acosta e Zárate sobre el tema, puesto que ellos dicen lo mismo aunque mucho más brevemente.

Vázquez de Espinosa²⁸ retoma los hallazgos de "huesos de gigantes" en la península de Santa Elena, aventurando sobre su origen que, para él es indiscutiblemente humano (este autor también se refiere a fósiles de México; ver §§372, 395):

*cerca del estrecho de Magallanes la tierra adentro de la Costa de los Cezares ay hombres disformes, que dicen los Patagones, andan como saluages, vestidos de pieles de venados podria ser, saliesen de aqui los que fueron, y habitaron la punta de Santa Elena.*²⁹

Entre los autores que aportan datos originales, cabe recordar a Ocaña,³⁰ quien menciona restos fósiles entre Córdoba y Santiago del Estero, en Argentina:

Viniendo caminando para Potosí, entre Córdoba y Santiago del Estero, a la mano izquierda hacia la cordillera, en unas huacas grandes, apartadas dos leguas del camino [...] me llevaron a ver unos sepulcros de gigantes, donde vi unos huesos grandes de hombres y unas calaveras de tanta grandeza que si estuviera cerca de donde pudiera embarcar alguna lo hiciera; porque en solo una, que era como una tinajuela el casco, cupieron carga y media de maíz; que es más que una fanega de España la carga y media. Y acordándome que en la portería de nuestra

CUVIER, G. Sur les éléphants vivans et fossiles. In: *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes, où l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites*, 2(9):1-140, láms. 1-8. Paris: Deterville, 1812b. p. 57-58.

CUVIER, G. Sur différentes dents du genre des mastodontes, mais d'espèces moindres que celles de l'Ohio, trouvées en plusieurs lieux des deux continens. In: *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes, où l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites*, 2(11):1-20, láms. 1-4. Paris: Deterville, 1812c, p. 18-19.

³⁹ LEGENTIL. *Nouveau voyage autour du monde*, 1, 1728. p. 74-75. [fide CUVIER, 1812c: 18-19].

⁴⁰ TORRUBIA, J. DE. Gigantología espaniola. In: *Aparato para la historia natural espaniola*, 1:54-79, 1754. [fide CUVIER, 1812b:57-58].

⁴¹ THOMAS FALKNER (?), médico y viajero irlandés, llegó a Buenos Aires en 1730, donde ingresó a la Compañía de Jesús. Regresó a Inglaterra en 1767. Su *Descripción* se imprimió por primera vez en Hereford, en 1774.

⁴² FALKNER, T. *Descripción de la Patagonia y de las partes contiguas de la América del Sur*. Biblioteca Centenaria, 1:1-126, 2 mapas. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata, [1774]1911. p. 60-61.

Pensamos que estos supuestos restos de un "yacaré monstruoso" pueden representar, en realidad, un Gomphotheriidae juvenil.

*Señora de Guadalupe está un hueso de un gigante que pesa sesenta libras, tomamos allí algunos a peso desde la rodilla a la cadera, huesos del muslo que pesaron tres arrobas, de suerte que los que yo vi en aquellos sepulcros son muy mayores que el que está en nuestra casa y de tanta grandeza que, venido a sacar por la anatomía según la proporción de los demás miembros, conforme a la que aquéllos tienen, debía tener cada hombre de aquellos cinco varas de alto. Y cuando yo vi estos huesos acabé de persuadirme que en esta tierra hubo gigantes; y que los hay el día de hoy junto al estrecho de Magallanes, porque algunos navíos que han pasado, dice la gente de ellos que han visto unos hombres muy grandes; y así lo que escribió Cabeza de Vaca, de los gigantes, es verdad, porque muy cerca de aquí estuvo el Cabeza de Vaca, que entró por el río de La Plata, al puerto de Buenos Aires. [...] Esto fue así, sin duda, porque estos sepulcros son de aquellos gigantes; pues están tan cerca de donde estuvo Cabeza de Vaca.*³¹

También Rosales,³² en su *Historia del Reino de Chile*, al referirse a los "indios de Chile", nos informa que

*sólo tienen algunos barruntos de el Diluvio, por haberles dejado el Señor algunas señales para conocerlo, [...] como son haberse hallado huesos muy grandes de ballenas en lugares altísimos, cuales son los pinares y cordilleras y sierras nevadas [...]. Y en algunos riscos muy altos, que con el tiempo se han ido derrumbando, se ven multitud de conchas de el mar [...] muy distantes de las orillas de el mar [...]. Y en lo más encumbrado de las tierras nevadas vi [...] una mesa [meseta] que hacía una loma muy dilatada, toda ella cuajada de multitud de conchas de el mar y de diferentes mariscos, todos convertidos en piedras, señal de que llegó allí el Diluvio y dejó aquella infinidad de conchas, y argumento de lo que subieron las aguas...*³³

El jesuita Guevara,³⁴ que estuvo largos años misionando en la actual Argentina, nos afirma en su *Historia* que:

Yo no me empeñaré en probar que los hubo [gigantes] antes del diluvio, pero es muy verosímil que después de él poblasen el Carcarañal [Carcarañá], y que en sus inmediaciones y barrancas tuviesen el lugar de su sepultura, y agrega que en 1740 vio una muela grande como un puño casi del todo petrificada, conforme en la exterior contestura a las muelas humanas, y sólo

diferente en la magnitud y corpulencia hallada en el mismo río Carcarañá, añadiendo que en 1755 D. Ventura Chavarría mostró en el colegio seminario de Nuestra Señora de Monserrate una canilla dividida en dos partes, tan gruesa y larga, que según reglas de buena proporción, a la estatura del cuerpo correspondían ocho varas.³⁵

En el también jesuita Sánchez Labrador³⁶ encontramos menciones a hallazgos de restos fósiles:

A la orilla occidental del río Paraguay cerca de la Hacienda nombrada de San Miguel, y de otro lugar llamado Carcarañal [Carcarañá], se ven algunas cosas que han dado materia a varios discursos. En la barranca se encuentran huesos, muelas, y aun cráneos petrificados [...] En Tarija se descubrieron sepulcros y visitando la Provincia el P. Herrán, los Padres de Tarija le presentaron una cadera o algo así petrificado. [...] Sujetos inteligentes [de la Universidad de Córdoba] sacaron que si fuera hueso verdadero, su dueño hincado de rodillas a la puerta de la Iglesia de nuestro colegio estribaría con los brazos cruzados sobre la cornisa de piedra que adorna el remate del umbral de la puerta.³⁷

Según Cuvier,³⁷ Legentil³⁸ y Torrubia³⁹ mencionan diversos hallazgos de gigantes (fósiles) en México y otras regiones americanas.

Todos estos registros quedan, en general, circunscriptos dentro del mismo patrón de imposibilidad de identificación de los restos citados.

La primera excepción a esta regla parece hallarse en la *Descripción de la Patagonia* del Padre Falkner⁴¹ quien, además de mencionar la existencia de huesos de gran tamaño “*que parecen humanos*”, describe una placa de gliptodonte y por consiguiente podemos afirmar que el misionero nos permite llegar a la primera identificación indiscutible de un vertebrado fósil sudamericano, si bien a nivel familiar, esto es, Glyptodontidae, ya en 1774 (ver también notas 17, 34 y 41):

Yo en persona descubrí la coraza de un animal que constaba de unos huesecillos hexágonos, cada uno de ellos del diámetro de una pulgada cuando menos; y la concha entera tenía más de tres yardas de una punta á la otra. En todo sentido, no siendo por su tamaño, parecía como si fuese la parte superior de la armadura de un armadillo; que [en] la actualidad no mide mucho más que un jeme de largo. Y continua: Algunos de mis compañeros también hallaron en las imme-

⁴³TRELLES, M. R. Apuntes y documentos para servir a la historia del puerto de Buenos Aires. *La Revista de Buenos Aires*, 1 (1):9-28. 1863. p. 24. Reedición de la Biblioteca Americana, 1911.

⁴⁴GARRIGA, J. *Descripción del esqueleto de un cuadrúpedo muy corpulento y raro que se conserva en el Real Gabinete de Historia Natural de Madrid*. Pp. (4) + i-xxii + 1-20, láms. 1-5. Vda. de J. Ibarra, Madrid, 1796. Si bien el escrito lo firma Garriga, parece fuera de toda duda que el redactor principal fue Joseph Brú.

⁴⁵CUVIER, G. Notice sur le squelette d'une très-grande espèce de quadrupède inconnue jusqu'à présent, trouvé au Paraguay, et déposé au Cabinet d'Histoire Naturelle de Madrid. *Magasin Encyclopédique, ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts*, (2)1(3):-303-310, láms.1-2; 2:227-228. Paris, 1796.

CUVIER, Georges. Sur le *Megatherium*, autre animal de la famille des paresseux, mais de la taille du rhinocéros, dont un squelette fossile presque complet est conservé au Cabinet Royal d'Histoire Naturelle à Madrid. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, 5:376-400, láms. 24-25. Paris, 1804.

⁴⁶OKEN, L. *Lehrbuch der Naturkunde*. 3(Zoologie, 2):xvi + 1-1270, láms. 1-40. Jena: A. Schmid u. Comp., 1816. p. 1097.

⁴⁷PANDER, C. H. & D'ALTON, E. Das riesen Faulthier, *Bradypus giganteus*, abgebildet, beschrieben, und mit den verwandten Geschlechtern verglichen. In: PANDER, C. H. & D'ALTON. *Vergleichende Osteologie*. 1(1):1-13, láms.1-7, Bonn, 1821.

⁴⁸DESMAREST, A. G. *Mammalogie ou description des espèces de mammifères*. 2:viii + 277-555. Paris: Agasse, 1822. p. 365-366.

⁴⁹HUNTER, W. P. Notas. In: AZARA, F. de. *Selections from the natural history of the quadrupeds of Paraguay and the River La Plata; comprising the most remarkable species of South America*. Pp. xix + 1-288. A. J. London: Valpy 1837, xvi.

⁵⁰TRELLES, M. R. El padre Fray MANUEL DE TORRES. *Revista de la Biblioteca Pública de Buenos Aires*, 4:439-448, 3 láms, 1882.

⁵¹FÉLIX FRANCISCO JOSÉ PEDRO DE AZARA Y PERERA (*Barbuñales, 18.5.1742 – *20.10.1821), militar y marino español, destacado por sus aportes al conocimiento de las aves y mamíferos de la región del Río de la Plata, así como su obra geográfica, cartográfica e histórica.

⁵²AZARA, F. de. *Apuntamientos para la historia natural de los cuadrúpedos del Paraguay y del Río de la Plata*. 1:xiii + 1-318 + [1]; 2:[3] + 1-328. Madrid: Viuda de Ibarra, 1802b, 1, x.

AZARA, F. de. *Essais sur l'histoire naturelle des quadrupèdes de la Province du Paraguay*. 1:1xxx + 1-366; 2: 1-499. Paris: C. Pougens, 1801 (An IX). 1, lii.

AZARA, F. de. *Voyages dans l'Amérique méridionale*. 1:1x + 1-389; 2:1-562, 3:ii + 1-479; 4:1-380; Atlas, láms. 1-25. Paris: Dentu, 1809. 1, p. 361.

⁵³JOSEPH DE ACOSTA (*Medina del Campo, 1539 – *Salamanca, 15.2.1600), sacerdote jesuita, llegó en misión a América en 1571 y regresó a España en 1587, actuando como rector de los colegios de Valladolid y de Salamanca. La primera edición de su *Historia*, en latín, apareció

*diaciones del río Paraná el esqueleto entero de un yacaré monstruoso; algunas de las vértebras las alcancé a ver yo, y cada una de sus articulaciones era de casi cuatro pulgadas de grueso y como de seis de ancho. Al hacer el examen anatómico de los huesos me convencí casi fuera de toda duda, que este incremento inusitado no procedía de la acreción de materias extrañas, porque encontré que las fibras óseas aumentaban en tamaño en la misma proporción que los huesos. Las bases de los dientes estaban enteras, aunque las raíces habían desaparecido, y se parecían en un todo á las bases de la dentadura humana, y no de otro animal cualquiera que haya yo jamás visto. Estas cosas son bien sabidas y conocidas por todos los que viven en estos países; de lo contrario no me hubiese yo atrevido á mencionarlas.*⁴²

Algunos años más tarde, en 1787, se produce un hallazgo extraordinario y sin antecedentes. En el río Luján, en la Provincia de Buenos Aires, es exhumado un esqueleto casi completo de un gigantesco cuadrúpedo, que pocos años después será bautizado con el nombre de *Megatherium americanum*. Este hallazgo amerita que nos extendamos un poco en él por todo lo que significa: primero porque es el primer mamífero fósil en recibir un nombre científico, en segundo lugar porque es el primer esqueleto fósil que fue montado para exposición, y finalmente porque es el hallazgo sudamericano que conmocionó más profundamente el mundo científico de la época.

En nota al Virrey de Buenos Aires, Marquês de Loreto, cursada por orden del rey Carlos III y firmada por el Secretario del Departamento Universal de Indias, Antonio Porlier, se expresaba lo siguiente:

Han llegado á esta Secretaría del Departamento Universal de Indias de mi cargo, los siete cajones remitidos por V. E., con la osamenta del animal desconocido por los Naturalistas, los cuales ha mandado S. M se conduzcan á su Real Gabinete, á fin de que se arme el esqueleto y puedan reconocerlo los inteligentes en la Historia Natural y el Público. Con este motivo me ha mandado S. M. encargue á V. E., como lo ejecuto, procure por cuantos medios sean posibles averiguar si en el partido de Luján, o en otro de los de ese Vireinato, se puede conseguir algún animal vivo, aunque sea pequeño, de la especie de dicho esqueleto, remitiéndolo vivo si pudiese ser, y en su defecto disecado y relleno de paja, organizándolo y reduciéndolo al natural, con todas las demas

en 1589, y la versión castellana lo hizo al año siguiente en Sevilla.

⁵⁴ ACOSTA, J. de. *Historia natural y moral de las Indias en la que tratan las cosas notables del cielo, elementos, metales, plantas y animales dellas; y los ritos y ceremonias, leyes y gobierno y guerras de los indios*. 1:xxiii + 1-486; 2:xvi + 1-392. Madrid: Ramón Anglés, [1590] 1894. El arca de Noé, ya había sido motivo de preocupación por parte de Vespuccio, en los términos siguientes: “Y vimos tantos otros animales, que creo que tantas suertes no entrasen en el arca de Noé” (VESPUCCI, A. Op. cit. p. 76).

⁵⁵ ACOSTA, J. de. Op. cit.

⁵⁶ CUVIER, G. Op. cit., 1806b, p. 403, 406, 408, 410-413, láms. 1 (figs. 4, 6-7), lám. 2 (figs. 1, 5, 12) lám. 3 (fig. 4).

⁵⁷ JOSEPH DOMBEY (*Mâcon, 12.2.1742 – †Montserrat, Antillas Menores, 1794), médico y naturalista francés, integró la expedición al Perú y Chile efectuada entre 1777 y 1778 por HIPÓLITO RUIZ y JOSEPH PAVÓN, realizando importantes colecciones que en parte quedaron en España y en parte en Francia.

⁵⁸ FRIEDRICH HEINRICH ALEXANDER VON HUMBOLDT (*Berlín, 14.9.1769 – †6.5.1859), viajero, geógrafo y naturalista alemán. Alcanzó la celebridad con su viaje por América (1799-1804), en compañía de AIMÉ BONPLAND; años más tarde, invitado por CATALINA la Grande, realizó un viaje por Rusia.

HUMBOLDT, A. de. *Relation historique du voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent fait en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803, et 1804 par A. DE HUMBOLDT et A. BONPLAND, rédigé par ALEXANDRE DE HUMBOLDT*. 1:1-643. Paris: Gel. Dufour, 1814. v. 3, p. 84.

*precauciones que sean oportunas, á fin de que lleguen bien acondicionado, y tenga S. M la complacencia de verle en los términos que desea. Y de su Real orden lo participo á V. E. para su puntual y debido cumplimiento, en la parte que le toca. – Dios guarde á V. E. muchos años – San Ildefonso, 2 de Setiembre de 1788.*⁴³

Naturalmente que estas instrucciones quedaron sin el “puntual y debido cumplimiento”. Sin embargo, el interés que atrajo en el mundo científico europeo es notorio, como lo demuestran una treintena de referencias bibliográficas aparecidas entre 1796 y 1830, y que sería tedioso detallarlas en su totalidad, pero sí queremos hacer mención a algunas de ellas. La primera en ver la luz fue la monografía de Garriga⁴⁴, seguida por una descripción más modesta de Abilgaard y por una traducción francesa abreviada de la parte medular de la obra de Garriga, hecha por Cuvier⁴⁵ y en la que bautiza formalmente al animal. Veinte años después, Oken⁴⁶ le da el nombre de *Megatherium australe*. Cinco años más tarde, luego de estudiar el fósil en Madrid, Pander & Alton⁴⁷ volverían a describir el esqueleto, rebautizándolo como *Bradypus giganteus*. Al año siguiente, Desmarest se creería también con derecho a darle un nuevo nombre, esta vez homenajeando a Cuvier: *Megatherium cuvieri*.⁴⁸ Por último, ya fuera del período que nos ocupa, Hunter, al traducir y anotar una selección de los *Quadrúpedos* de Azara (1802), vuelve a bautizar al coloso, homenajeando a su traducido, esto es, *Megatherium azarae*.⁴⁹ Todos estos nombres tienen la particularidad de estar basados en el mismo ejemplar tipo, lo que los convierte en sinónimos absolutos del primero. Muchos otros sinónimos se agregarán después, pero en estos casos, por identificación equivocada de los fósiles en estudio. Trelles dio a conocer las primeras ilustraciones, realizadas cuando el fósil aún se conservaba en América.⁵⁰

Preocupado por aspectos zoogeográficos, aunque aún balbuceantes y no bien expresados, Azara⁵¹ hace referencia a este esqueleto, que sin duda conmovió a la comunidad científica, poniéndolo como ejemplo de que también en América del Sur existieron animales terrestres de gran tamaño, tal como ocurre hoy en día en África y Asia. Además destaca la frecuencia de los hallazgos de osamentas en los campos adyacentes al río de la Plata.⁵²

Estas preocupaciones zoogeográficas tienen antecedentes tan tempranos como en el padre Acosta,⁵³ cuando dice:

Halláronse pues, animales de la misma especie que en Europa, sin haber sido llevados de españoles. Hay leones, tigres, osos, jabalíes, zorras y otras fieras y animales silvestres, [...], que no siendo verosímil que por mar pasasen en Indias, pues pasar a nado el océano es imposible, y embarcarlos consigo hombres

⁵⁹CUVIER, G. Op. cit., 1806b, p. 413.

⁶⁰FISCHER, G. *Zoognosia. Tabulis synopticis illustrata*. 3:xxiv + 1-732. Mosquae: N. S. Vsevolosky, 1814. p. 341.

⁶¹RAFINESQUE-SCHMALZ, C. S. Compendio de la ricerche del Sig. CUVIER sopra i quadrupedi pachidermi fossili. *Specchio Sc.*, 2(12): 182-183. Palermo, 1814. p. 183.

⁶²DÁMASO ANTONIO LARRAÑAGA (*Montevideo, 10.12.1771 – †6.2.1848), sacerdote y naturalista uruguayo. Dejó una importante obra manuscrita, que en parte se perdió y lo que se conserva recién se publicó, con el título de *Escritos*, entre 1922 y 1930. LARRAÑAGA, D. A. *Escritos*. Atlas, parte II. Zoología, paleontología y mapas. Pp.1-4, láms.1-131. Montevideo: Instituto Histórica y Geográfico del Uruguay, 1930.

⁶³MÉNDEZ ALZOLA, R. Estudio sobre la obra científica de LARRAÑAGA. Su iconografía paleontológica. *Anales de la Universidad*, 60(166): 49-129, láms. 1-14. Montevideo, 1950.

MONES, A. Sobre tres especies de gliptodontes del Uruguay (Mammalia: Cingulata: Glyptodontidae). *Memoria IV Congreso Latinoamericano de Paleontología*, 1:500-515, figs.1-8. Santa Cruz de la Sierra, 1987.

⁶⁴AGUSTIN-FRANÇOIS-CÉSAR DE SAINT-HILAIRE, más conocido como AUGUSTE (*Orléans, 4.10.1779 – †30.9.1853), ilustre botánico y viajero francés, recorrió ampliamente el Brasil (1816-1822) y parte del Uruguay, donde trabó amistad con LARRAÑAGA. Los relatos de sus viajes ocupan varios volúmenes.

⁶⁵CUVIER, G. *Recherches sur les ossements fossiles, où l'on rétablit les caractères de plusieurs animaux dont*

es locura, síguese que por alguna parte donde el un orbe se continúa y avecina al otro, hayan penetrado, y poco a poco poblado aquel nuevo mundo. Pues conforme a la Divina escritura, todos estos animales se salvaron en el arca de Noé, y de allí se han propagado en el Mundo (cap. 34). *Mayor dificultad hace averiguar qué principio tuvieron diversos animales que se hallan en Indias y no se hallan en el mundo de acá. Porque si allá los produjo el Criador, no hay para qué recurrir al arca de Noé, ni aún hubiera para qué salvar entonces todas las especies de aves y animales si habían de criarse después de nuevo; ni tampoco parece que con la creación de los seis días dejara Dios al mundo acabado y perfecto, si restaban nuevas especies de animales por formar, mayormente animales perfectos, y de no menor excelencia que esotros conocidos* (cap. 36).⁵⁴

Acosta tiene la solución del problema en la punta de los dedos, pero la fuerza del dogma bíblico puede más y concluye:

*Todos los animales salieron del arca; pero por instinto natural y providencia del cielo, diversos géneros se fueron a diversas regiones, y en algunas de ellas se hallaron tan bien, que no quisieron salir de ellas, o si salieron no se conserbaron, o por tiempo vinieron a fenecer; como sucede en muchas cosas. Y si bien se mira, esto no es caso propio de Indias, sino general de otras muchas regiones y provincias de Asia, Europa y Africa: de las cuales se lee haber en ellas castas de animales que no se hallan en otras.*⁵⁵

Al célebre Barón de Cuvier le correspondió también el honor de las primeras descripciones científicas de los proboscídeos sudamericanos.⁵⁶ Durante su estadía americana, Dombey⁵⁷ reunió voluminosas colecciones, particularmente botánicas, pero también colectó algunos molares de mastodontes, que, llegados a París, fueron depositados en el Muséum National d'Histoire Naturelle. Humboldt⁵⁸ durante su viaje a las regiones equinoxiales, también se refiere brevemente a algunos de los fósiles que colectó en Chile y Ecuador. Estos materiales fueron igualmente depositados en el citado Muséum y es sobre estas bases que Cuvier bautizará informalmente a unos como "Mastodonte des Cordilières", y a otros, en homenaje a Humboldt, con el nombre también informal de "Mastodonte humboldtien".⁵⁹

Años más tarde, Fischer formalizaría la nomenclatura con los nombres *Mastotherium hyodon* y *Mastotherium humboldti*, hoy consideradas ambas especies como una única entidad:

les révolutions du globe ont détruit les espèces. 5(1):1-405, láms. 1-27. G. Paris: Detour et E. d'Ocagne, 2e. édition, 1823. p. 191.

LARRANHAGA, D. Note sur le *Megatherium* de Cuvier, l'*Hydromys*, et une variété nouvelle de *Mais*. *Bulletin des Sciences de la Société Philomatique*, Paris, 1823:83.

⁶⁶ MANOEL AYRES DE CAZAL, o MANUEL AIRES DE CASAL (*Pedrogran, Portugal, ? – *Portugal?, 1821?), sacerdote português, fue capellán de la Misericordia en Rio de Janeiro en 1796. Regresó con el Rey a Europa en 1821, ano en el que posiblemente falleció.

CAZAL, M. AYRES de. *Co-rografia Brazilica, ou Relação historico-geografica do Reino do Brasil composta e dedicada a Sua Magestade Fidelissima por um presbitero secular do Gram Priorado do Crato*, 1:(12)1-420(4). Rio de Janeiro: Impressão Regio, 1817. p. 76-77.

⁶⁷ CAZAL, M. AYRES de. Op. cit., p. 77-78.

También en este caso, probablemente los restos descritos pertenecen a un Gomphotheriidae.

⁶⁸ CAZAL, M. AYRES de. Op. cit., p. 77.

⁶⁹ SAINT-HILAIRE, A. de. *Voyage dans les provinces de Rio de Janeiro et de Minas Geraes*, 1:xvi + 1-458; 2:1-478 + i-vi. Paris: Grimbart et Dorez, 1830. 2, 314-315.

⁷⁰ SPIX, J. B. v. & MARTIUS, C. F. P. v. *Reise in Brasilien auf Befehl Sr. Majestät MAXIMILIAN JOSEPH I. Königs von Baiern in den Jahren 1817 bis 1820*. 1 (1825):xv + 1-412, láms. 1-15, 1 mapa. M. Lindauer, München; 2(1828):xvii + 413-884, láms. 1-24, 4 mapas. München: I. J. Lentner, 1823-1828.

⁷¹ ESCHWEGE, W. L. v. *Brasilien, die Neue Welt*. 1. Braunschweig, 1830. 1, p.

Cuvieronius hyodon (Fischer, 1814)⁶⁰. En este mismo año, Rafinesque bautizaba los mismos restos como *Mastodon humboldtianus* y *Mastodon rhomboides*.⁶¹ Como en el caso del megaterio, los naturalistas también se entretuvieron en asignar nuevos nombres a los mismos ejemplares. Así encontramos estos otros sinónimos en la literatura especializada: *Mastodon andium* Cuvier, 1824, con todas sus variantes posteriores (*andinus*, *antium*, etc.); *Mastodon angustidens* Desmarest, 1822, *non* Cuvier, y *Mastodon cordillerarum* Desmarest, 1822.

El presbítero Larrañaga⁶² ilustra, posiblemente entre 1800 y 1820, una serie de fósiles procedentes del Uruguay, todos ellos perfectamente identificables⁶³, y una carta suya, dirigida a Saint-Hilaire⁶⁴, mencionando el hallazgo de un fósil atribuido a un megaterio, aunque los restos son claramente asignables a un gliptodonte – posee coraza –, se publica poco después en París (Larranhaga [*sic*]) y es también incluida por Cuvier en la segunda edición de sus *Recherches sur les ossments fossiles*⁶⁵.

Cazal nos dice que “sabemos que antiguamente houve neste Paiz [Brasil] uma alimaria de desmezurada grandeza,”⁶⁶ que compara con el Mammoth de Morse, aunque “talvez fosse este quadrupede o Behemoth, de que falla Job.” Luego menciona el siguiente hallazgo:

*Entre as muitas ossadas, que deste animal se ham encontrado em diversas provincias do N[ovo]. M[undo]. tal vez nenhuma ajude a formar delle melhor idéa do que a carcassa, que nos fins do seculo passado descobriram (no termo da villa de Rio de Contas) os alimpadores d'hum caldeirão de pedra com intuito de fazer delle tanque para o gado, como provavelmente fôra dos animaes selvaticos na antiguidade antes de entupido. Esta ossada, consideravelmente damnificada, occupava um espaço de mais de trinta passos de comprimento: as costellas tinham palmo e meio de largura; as canelas eram do comprimento d'hum homem de mediana estatura; as prezas tinham quazi uma braza incluindo a raiz; um dente molar já sem raiz pezou quatro libras; para tombar o queixo inferior, poram precisas todas as forzas de quatro homens.*⁶⁷

En cuanto a la antigüedad de los restos, Cazal, saca sus propias conclusiones, en base a una deducción sin duda muy racional para los conocimientos de la época. Esta es su deducción:

A opinião dos que pretendem que a extinção destes quadrupedes não deve ser mui remota, pela razão de que os ossos não podem existir enterrados dilatada serie de lustros, desvanece-se com a certeza de que

37. [fide SAINT-HILAIRE, 1830:315).

⁷²SAINT-HILAIRE, A. de. Op. cit., 2, p. 315.

⁷³JOHANN BAPTIST VON SPIX (*Höchstädt a. d. Aisch, 9.2.1781 – †München, 13.3.1826), zoólogo alemán, conservador de la colección de zoología en München. En compañía de MARTIUS realizó el viaje al Brasil (1817-1820). CARL FRIEDRICH PHILIPP VON MARTIUS (*Erlangen, 17.4.1794 – †München, 13.12.1868), botánico y naturalista alemán, fue profesor en München desde 1826. Célebre por sus viajes por Brasil y Norte América, y como autor y editor de la *Flora Brasiliensis*.

⁷⁴SPIX, J. B. v. & MARTIUS, C. F. P. v. Op. cit., p. 799, lám. 22 (fig. 5).

⁷⁵SPIX, J. B. v. & MARTIUS, C. F. P. v. Op. cit., 2, Atlas, lám. 22 (figs. 6, 7, 8 e 9). El tomo 2 es de la exclusiva autoría de Martius, ya que Spix había fallecido en 1826.

⁷⁶WEISS, C. S. *Über das südliche Ende des Gebirgzuges von Brasilien in der Provinz S. Pedro do Sul und der Banda Oriental oder Staate von Monte Video; nach den Sammlungen des Herrn FR. SELLOW*. Abhandlungen der physikalischen Klasse der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1827:217-293, láms. 1-5, 1830.

*quando os Europeus se estabeleceram nesta parte do Mundo, já entre os muitos Indigenas centenarios, que encontraram, não havia um só, que tivesse lembrança do animal. Y también agrega: Também não parece verosimil, que este animal fosse carnívoro, como alguém pensou nas provincias Septentrionaes. Todos os quadrupedes volumozos como o elefante, o rhinoceronte, o camelo, o boy, o cavallo sam herbívoros. Esta alimaria devia ser naturalmente de marcha lenta, impropria d'hum caçador ou carnívoro; e de ventre tão capacissimo, que sómente vegetaes podiam fazer a sua manança.*⁶⁸

Esta descripción, en ocasión de un nuevo hallazgo de un molar de “mastodonte,” es comentada por Saint-Hilaire⁶⁹, quien además se refiere a los registros de otros mamíferos fósiles en Lapa Grande (Minas Gerais, Brasil) dados a conocer por Spix & Martius⁷⁰, y por Eschwege⁷¹, el que, siempre según Saint-Hilaire⁷², habría encontrado restos humanos fósiles en las grutas de Bem Vista, en la misma provincia.

Spix & Martius⁷³ en el relato de su viaje por el Brasil también ilustran algunos fósiles, pero sin dedicarles mayor atención en el texto: incluyen una imagen del pez que años más tarde será denominado *Amblypterus olfersü* Agassiz, 1841⁷⁴ y restos de Gomphotheriidae, que permiten identificar un fragmento de rama mandibular derecha, un fragmento de molar, y dos vértebras.⁷⁵

Ya al final del período al que nos hemos circunscripto aparecen descripciones importantes, pero que se limitan a eso, a describir los materiales, pero sin conclusiones sistemáticas formales. Nos referimos a los aportes de Weiss⁷⁶, que describe restos de gliptodontes, aunque atribuyéndolos a una palmera! (se trata de un fragmento de tubo caudal de *Panochthus*, que es interpretado como un fragmento de tronco de palma) y los primeros restos de un reptil fósil: una tortuga terrestre del Pleistoceno del Uruguay que, pocos años más tarde, será bautizada con el nombre *Testudinites selloi* Fitzinger, 1834, rindiendo homenaje al malogrado botánico, colector de estos fósiles: Friedrich von Sellow.

Como vemos, todo este largo período de casi 300 años se limita al conocimiento de la existencia de una media docena de fósiles, en su mayoría mamíferos, con escasos aportes originales para la ciencia. Recién el siguiente ciclo comenzará a mostrar la verdadera dimensión de la riqueza paleontológica sudamericana, cuando destacarán, entre otros, Paul Gervais, Peter Wilhem Lund y Richard Owen.

Alvaro Mones es Subdirector del Museo Nacional de Historia Natural, Montevideo, Uruguay. Este texto es un extracto de un libro en preparación sobre la Historia de la Paleontología de Vertebrados en América del Sur.

FRIEDRICH SELLOW E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA AS CIÊNCIAS NATURAIS

*José Newton Cardoso Marchiori
Miguel Antônio Durló*

***E**ntre os viajantes do início do século XIX merece destaque o naturalista prussiano Friedrich Sellow que, em longa e produtiva permanência no território brasileiro, reuniu a mais importante coleção de plantas do país, na região compreendida entre a Bahia e a então província Cisplatina. Coletor de espécies-novas mais citado na Flora Brasiliensis, seu nome também se sobressai pelas ricas coleções zoológicas, de minerais, rochas e fósseis, enviados principalmente para Berlim e para o Museu Nacional do Rio de Janeiro. No tocante à paleontologia, além da coleta dos restos de um gigantesco “tatu”, que recebeu o nome de *Chlamydotherium sellowi*, notabilizou-se pela primazia no registro de troncos petrificados em território sul-rio-grandense e de um quelônio fóssil, no Uruguai. Morto por afogamento no rio Doce, aos 42 anos de idade, não chegou a publicar obras científicas ou livros de viagem, motivo pelo qual seu nome é pouco conhecido fora dos meios acadêmicos. Seu espólio, enviado para Berlim após a morte, ainda permanece inédito e encerra valiosos documentos, em particular sobre o Rio Grande do Sul e o Uruguai.*

Introdução

Até o início do século XIX permaneciam ciosamente vigiados os ricos domínios coloniais de Espanha e Portugal, sendo estritamente controlado o acesso de viajantes estrangeiros aos territórios da América. No caso do Brasil, esta situação somente se alterou após a transferência da corte de D. João VI para o Rio de Janeiro (1807), decorrente da invasão de Portugal pelas tropas napoleônicas. Nesta nova realidade, a entrada de estrangeiros e naturalistas não apenas passou a ser permitida, como inclusive facilitada, pela concessão de passaportes, cartas de recomendação e subvenções pecuniárias à atividade científica, mediante o compromisso de depósito de amostras do material colecionado no Museu Nacional ou no Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Foi neste clima favorável ao desenvolvimento científico que Friedrich Sellow veio ao Brasil, em 1814. Tendo vivido no país por 17 anos, até sua trágica morte no rio Doce, o viajante prussiano destaca-se não apenas pelo longo tempo de permanência, como, principalmente, pela extraordinária coleção que aqui realizou sobre história natural. Botânico por formação, Sellow tornou-se na América um naturalista completo, dedicando-se com o mesmo afincamento à coleta de amostras minerais, fósseis, insetos, pássaros, mamíferos, répteis, peixes e outras categorias do reino animal. Seus diários, relatórios e cartas, ainda inéditos, são valiosos pelas referências ou descrições destes materiais, bem como pelas observações sobre a sociedade brasileira, cidades, aspectos geográficos e registros linguísticos. Por sua coleta de material botânico, que supera em muito à realizada pelo célebre Saint-Hilaire, tornou-se o coletor de espécies-novas mais citado na monumental *Flora Brasiliensis*.

Apesar de sua notável contribuição ao conhecimento da terra brasileira, Friedrich Sellow é praticamente desconhecido fora dos meios científicos, pois o incansável naturalista não chegou a publicar nem mesmo os tradicionais livros de viagem, que tanta e justa notoriedade trouxe a seus pares mais ilustres. Chama atenção inclusive a escassa literatura sobre o viajante, em sua maioria restrita a curtas notas biográficas, como as produzidas por Arechavaleta¹.

A principal referência bibliográfica, aparecida há mais de um século, deve-se a Ignaz Urban², que pesquisou os manuscritos do viajante, enviados a Berlim após sua morte. Com o modesto título de *Rascunhos Biográficos*³, esta contribuição torna-se especialmente valiosa pela organização do itinerário de Sellow no Brasil, sendo ainda a fonte mais confiável sobre a vida e obra deste grande viajante do século XIX, que ainda aguarda um biógrafo à altura de sua brilhante trajetória.

¹ ARECHAVALETA, J. Federico Sello. *Anales del Museo Nacional de Montevideo*, Montevideo, v. 5, p. 1-38, 1903.

ARECHAVALETA, J. Reseña de los botánicos que herborizaron en esta región al oriente del Uruguay. In: ARECHAVALETA, J. *Flora Uruguaya*. Montevideo: Talleres A. Barreiro Y Ramos, 1905. p. XXXVI-XLIII.

ARECHAVALETA, J. Naturalistas en el Uruguay. *Revista Histórica de la Universidad*, Montevideo, n. 1-3, p. 828-842, 1907-08.

² Ignaz Urban (1848-1931). Botânico alemão, último organizador da *Flora Brasiliensis*.

³ URBAN, I. Biographische Skizzen. *Botanische Jahrbücher für Systematik Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, Leipzig, 1893. p. 177-198.

Os anos de formação

⁴ Pequeno palácio construído em Potsdam, por Frederico III (1747-47), sob influências do classicismo francês e do rococó alemão.

⁵ Carl Ludwig Willdenow (1765-1812). Médico pela Universidade de Halle, foi diretor do Jardim Botânico de Berlim, membro da Academia de Ciências e professor da Universidade de Berlim.

⁶ Friedrich Wilhelm Karl Heinrich Alexander von Humboldt (1779-1859). Naturalista e viajante alemão, foi uma das mais destacadas personalidades mundiais em sua época, sendo considerado o fundador da moderna geografia física. Sua principal obra – *Viagem às Regiões Equinociais do Novo continente* – foi publicada em 30 volumes, no período de 1807 a 1832. Eclético, sua bibliografia versa sobre os mais variados campos do conhecimento: botânica, zoologia, geologia, geografia, agricultura, climatologia, economia, história, arqueologia e política.

⁷ Aimé Bonpland (1773-1858). Famoso botânico francês e companheiro de Alexander von Humboldt, em sua viagem ao Novo Mundo. Residiu em São Borja (Rio Grande do Sul) de 1831 a 1853, após 10 anos de cativeiro no Paraguai do ditador Francia. Percorreu o território sul-rio-grandense, coletando plantas e negociando gado, vindo a falecer em sua estância de Santana, a poucos quilômetros da atual cidade de Paso de Los Libres (Corrientes – Argentina).

⁸ Nome do jardim botânico de Paris, anexo ao Museu de História Natural.

⁹ René Louiche Desfontaines (1750-1833). Botânico francês, autor de *Flore Atlantique*. Viajou pela África do Norte.

Friedrich Sellow nasceu em Potsdam, na Prússia, a 12 de março de 1789. Filho de Carl Julius Samuel Sello, jardineiro do castelo real de Sans-Souci⁴, e de Friederike Wilhelmine Albertine Lieder, ficou órfão de pai aos 7 anos de idade, sendo encaminhado na mesma profissão por seu tio, Johann Wilhelm Sello. Cabe observar que a grafia original do nome da família não incluía a letra “w”, que o botânico passou a acrescentar, anos mais tarde, durante sua permanência no Brasil.

Após os anos de aprendizagem em Sans-Souci, Friedrich Sellow tornou-se auxiliar no Jardim Botânico de Berlim e iniciou-se no estudo da *Scientia amabilis*, sob a orientação de Willdenow⁵. É bem provável que o trabalho com a organização das coleções de plantas que Humboldt⁶ e Bonpland⁷ haviam reunido em suas andanças pela América do Sul, tenha seduzido o aprendiz, desenvolvendo-lhe o gosto pelas viagens às terras tropicais, com sua estranha e diversificada flora. Tendo em vista seu interesse em realizar grandes viagens pelo mundo e tornar-se útil para a ciência, Sellow passou a adotar uma rígida disciplina, dormindo com frequência em chão duro, lavando as mãos em água fria em pleno inverno e alimentando-se muitas vezes com peixes crus ou galinhas recém-abatidas.

O talentoso Sellow, desejoso de ampliar seus conhecimentos científicos, teve a sorte de receber o apoio do influente Alexander von Humboldt, que possibilitou sua transferência para Paris, em 1810. No *Jardin des Plantes*⁸, pode então aperfeiçoar-se sob a orientação de Desfontaines⁹ e Antoine Laurent de Jussieu¹⁰, obtendo ao mesmo tempo sólidos conhecimentos em zoologia, mineralogia, paleontologia e em outros ramos das ciências naturais, com sumidades como Cuvier¹¹, Lamarck¹² e Haüy¹³. Ainda com o apoio de Humboldt, Sellow transferiu-se em 1811 para a Inglaterra, onde prosseguiu sua formação científica, junto aos botânicos Robert Brown¹⁴, J. Sims¹⁵ e Sir Joseph Banks¹⁶. Com sólida formação em História Natural e grande reputação como botânico, Sellow estava finalmente preparado para alçar grandes vôos no mundo da ciência.

No ano de 1813, o jovem prussiano conheceu em Londres o Consul Langsdorff¹⁷ que, dirigindo-se para o Rio de Janeiro como enviado da Rússia, acenou-lhe com a possibilidade de uma viagem de pesquisas ao Brasil. Com o apoio financeiro de Banks e Sims, a ser pago com futuras coletas, o jovem pesquisador pode viabilizar este plano e dar início à sua vida de viajante-naturalista, em um país ainda pouco conhecido pela ciência e que atraía a atenção geral dos pesquisadores da época.

O viajante naturalista

O Brasil que Sellow encontrou havia experimentado profundas mudanças, com a transferência da família real para o Rio de Janeiro (ano de 1807) e a abertura dos portos às nações amigas (ano de 1808). Com tais medidas, o exotismo tropical da terra brasileira ficara à disposição dos ávidos naturalistas europeus, que passaram a se embrenhar por suas matas e campos à procura de exemplares raros de insetos, plantas, animais e rochas, com vistas a enriquecer os museus europeus e gravar seus nomes na história das ciências naturais.

Este foi um período em que países como Áustria, França, Alemanha, Inglaterra, Estados Unidos, Suíça, Suécia e Rússia, passaram a incluir, em suas representações diplomáticas, pessoas versadas em História Natural. É o caso de Langsdorff, enviado pela Rússia, e de Olfers¹⁸, da Alemanha. Na comitiva austríaca, vinda ao Brasil por ocasião do casamento de Dona Leopoldina, chegaram os botânicos Mikan¹⁹, Pohl²⁰ e Schott²¹, bem como Spix²² e Martius²³, naturais da Baviera, e que deixaram uma contribuição inestimável para o conhecimento científico da terra brasileira. O hospitaleiro Langsdorff era um tipo de líder nesta plêiade de intelectuais e naturalistas, tendo transformado sua “Fazenda da Mandioca”, ao pé da serra da Estrela, no Rio de Janeiro, em local de encontro de brasileiros esclarecidos, viajantes estrangeiros e marinheiros russos.

Em seu primeiro ano de Brasil, Sellow ateu-se às regiões próximas à capital do Império, realizando uma coleta tão numerosa de plantas e insetos, que bastou para saldar suas dívidas com os financiadores ingleses. Familiarizado com a língua e os costumes do país, o jovem prussiano sentia-se finalmente em condições de empreender viagens a regiões mais distantes e ainda inexploradas pelos cientistas.

Graças ao apoio de amigos, especialmente de Langsdorff, e à pensão anual de quatrocentos mil réis que passou a receber a partir de 17 de julho de 1815, por interferência do Conde da Barca²⁴, Sellow dispunha finalmente dos meios necessários para a realização de seus planos de viagem ao interior do país. A única obrigação do viajante, ao receber a pensão, era a de enviar duplicatas dos exemplares a serem colhidos para o Museu Nacional ou ao Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Em sua primeira viagem, Sellow acompanhou o príncipe Maximiliano²⁵ e Freyreiss²⁶, à Bahia. Partindo de São Cristóvão, a 4 de agosto de 1815, com 13 mulas e 10 serviçais, a expedição passou por Cabo Frio, Macaé e Campos. Desta localidade o grupo fez pequena incursão através do rio Paraíba do Sul para conhecer os índios Puris, que viviam de forma selvagem na floresta primitiva.

¹⁰ Antoine Laurent de Jussieu (1748-1836). Botânico francês, professor do *Jardin du Roi* e diretor do Museu. De sua bibliografia destaca-se *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*, de 1789.

¹¹ Georges Cuvier (1769-1832). Naturalista francês, formulador das leis da anatomia comparada e um dos fundadores da paleontologia animal.

¹² Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet Lamarck (1744-1829). Naturalista francês, autor da teoria evolucionista (lamarckismo) que sustenta a transmissão hereditária dos caracteres adquiridos por ação do ambiente. De sua bibliografia destacam-se: *Flore Française*, *Encyclopédie botanique*, *Philosophie zoologique* e *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*.

¹³ René Just Haüy (1743-1822). Padre e cientista francês, criador da cristalografia.

¹⁴ Robert Brown (1773-1858). Curador do Museu Britânico, foi um dos mais versáteis botânicos da primeira metade do século XIX. Viajou pelo interior da Austrália, na expedição de Matthew Flinders.

¹⁵ John Sims (1749-1831), grande botânico inglês, autor de mais de 390 descrições originais de plantas, em diferentes famílias de espermatófitas.

¹⁶ Sir Joseph Banks (1743-1820). Naturalista inglês, explorou a Terra Nova e a península do Labrador (1766), participou da viagem de circunavegação de James Cook (1768-71), e visitou a Islândia (1772). Presidente da Royal Society de Londres, diretor-honorário do Royal Botanic Gardens, estimulou expedições de naturalistas e legou ao Museu Britânico seu importante herbário.

¹⁷ Médico, descendente de uma família de barões, George Heinrich von Langsdorff nas-

ceu em Wöllstein, no Essen Renano, a 18/4/1774. Como ictiologista e mineralogista, participou da expedição de circunavegação russa de Krusenstern, tendo conhecido nesta ocasião a ilha de Santa Catarina. Com o nome de Grigory Ivanovich Langsdorff, foi nomeado, em 1812, para o cargo de cônsul geral de Rússia, no Brasil. A famosa expedição Langsdorff, que percorreu o interior de São Paulo, Mato Grosso, Amazonas e Pará, estendeu-se de 1821 a 1829.

¹⁸Ignaz Franz Joseph Maria von Olfers. Secretário da legação alemã no Rio de Janeiro, tornou-se amigo de Sellow e com ele viajou a Minas Gerais e São Paulo.

¹⁹Johann Christian Mikan (1769-1844). Professor de Botânica em Praga, viajou pelo interior do Brasil, de 1817 a 1819.

²⁰Johann Emanuel Pohl (1782-1834). Doutor em Medicina pela Universidade de Praga, veio ao Brasil na comitiva nupcial de Dona Leopoldina. Em nosso país coletou cerca de 4.000 espécies de plantas, que lhe permitiram, ao retornar a Viena, a publicação de *Plantarum Brasiliae Icones et Descriptiones*. Sua *Viagem ao Interior do Brasil* é também um clássico neste gênero de literatura.

²¹Heinrich Wilhelm Schott (1794-1865). Botânico austríaco, natural da Morávia, foi jardineiro-chefe dos palácios Belvedere e Schönbrunn, de Viena. Viajou pelo Brasil de 1817 a 1821.

²²Johann Baptist von Spix (1781-1826). Natural da Baviera, foi conservador do Museu Zoológico, da Academia de Ciências de Munique. Esteve em nosso país por 3 anos, em companhia de Martius, sendo co-autor da *Viagem pelo Brasil*. Sua coleção brasileira incluiu mais de 3.000 espécimes de animais.

Em diversos momentos de sua obra de viagem, o príncipe anotou informações sobre botânica e zoologia, para as quais Sellow lhe chamava a atenção:

*Descobrimos, na areia, a Turnera ulmifolia; nos charcos, duas espécies de Nymphaea de flores brancas, a indica e uma outra chamada erosa pelo Sr. Sellow, de flores enormes; ademais, uma alta Alisma de flores núbneas, também nova, provavelmente, e de folhas estreitas e alongadas. Não era fácil alcançar essa bonita planta no fundo lamçal; o Sr. Sellow afundou-se até considerável altura, na água negra e lodosa; e não me foi menos penoso perseguir ali algumas aves aquáticas.*²⁷

Em Vitória, no Espírito Santo, Sellow permaneceu por seis meses e meio (até julho de 1816). O príncipe e Freyreiss prosseguiram adiante, tendo os três naturalistas se reencontrado apenas em Mucuri²⁸. Depois desta localidade, Sellow separou-se novamente do príncipe, que embarcou de Salvador para a Europa, a 10 de maio de 1817.

Deslocando-se mais lentamente pela costa baiana, Sellow passou então por Caravelas, Porto Seguro, Belmonte, Una e Olivença. (Figuras 1 e 2) Salvador foi alcançada apenas no verão, tendo então residido em Nazaré, perto da capital. O jovem cientista apercebera-se de que a expedição, com seu grande número de acompanhantes e animais de carga, custava mais caro do que o inicialmente previsto, o que o forçou a dedicar-se mais à coleta de insetos, por exigir menos tempo e prometer melhores resultados.

Sobre as agruras de um botânico nos trópicos, Sellow

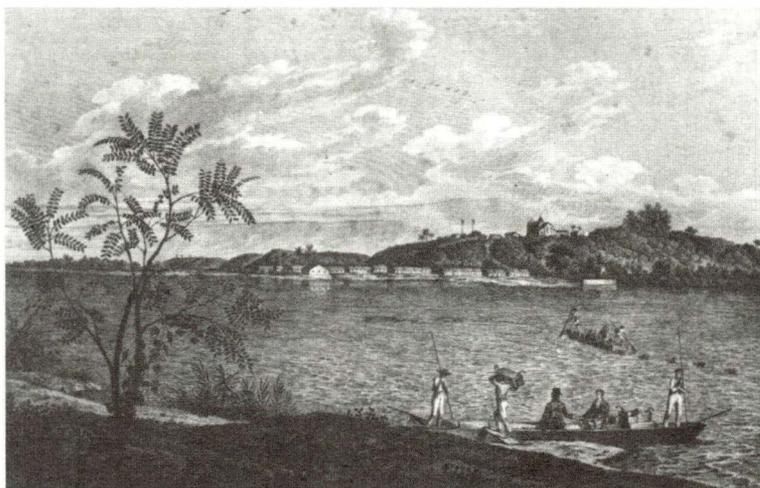


Figura 1. Vista da vila de Porto Seguro, rio Buranhem. Desenhada por Sellow, ilustra *Viagem ao Brasil*, do Príncipe Maximiliano.

²³Karl Friedrich Phillip von Martius (1794-1868). Natural da Baviera, foi conservador do Jardim Botânico e professor da Universidade de Munique, destacando-se no mundo científico pela organização da monumental *Flora Brasiliensis*. De 1817 a 1820, percorreu o interior do Brasil, juntamente com Spix, tendo resultado desta experiência a obra *Viagem pelo Brasil*, com valiosos aspectos da botânica, zoologia, geologia, climatologia, etnologia, música, economia, política e sociologia. De sua vasta bibliografia destacam-se ainda *Historia Palmarum*, *O Estado do Direito entre os Autóctones do Brasil* e *Nova Genera et Species Plantarum Brasiliensium*.

²⁴Antônio de Araújo e Azevedo (1754-1817). Estadista e intelectual português, trouxe para o Brasil uma valiosa coleção de livros, hoje incorporada ao acervo da Biblioteca Nacional.

²⁵Maximilian von Wied-Neuwied (1782-1867). Príncipe e naturalista alemão, autor de três obras sobre o Brasil: *Viagem ao Brasil*, *Beiträge zur Naturgeschichte von Brasilien* (Contribuição à História Natural do Brasil) e *Abbildungen zur Naturgeschichte Brasilien* (Ilustrações para a História Natural do Brasil).

²⁶Georg Wilhelm Freyreiss (1789-1825). Zoólogo e ornitólogo alemão, autor de *Beiträge zur naheren Kenntnis des Keiserthums Brasilien* (Contribuição para um conhecimento mais íntimo do reino do Brasil).

²⁷MAXIMILIANO, Príncipe de Wied-Neuwied. *Viagem ao Brasil*. Belo Horizonte; São Paulo: Itatiaia; Editora da Universidade de São Paulo, 1989. 536 p.

²⁸Atual cidade de mesmo nome, na região litorânea do extremo sul da Bahia.

²⁹URBAN, I. Op. cit.

assinalou problemas com a secagem de exsicatas em clima quente e úmido, e a dificuldade para se alcançar as flores em árvores de grande porte, “que oferecem resistência ao machado durante meio dia, muitas vezes são retidas por cipós ao serem abatidas e, não raro, somente caem ao solo quando todas ao redor são igualmente derrubadas”²⁹. Segundo ele, o trabalho resulta mais fácil para o

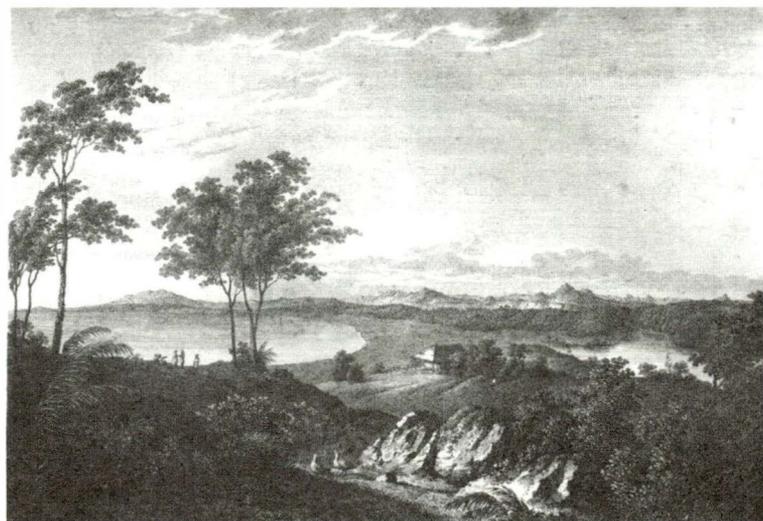
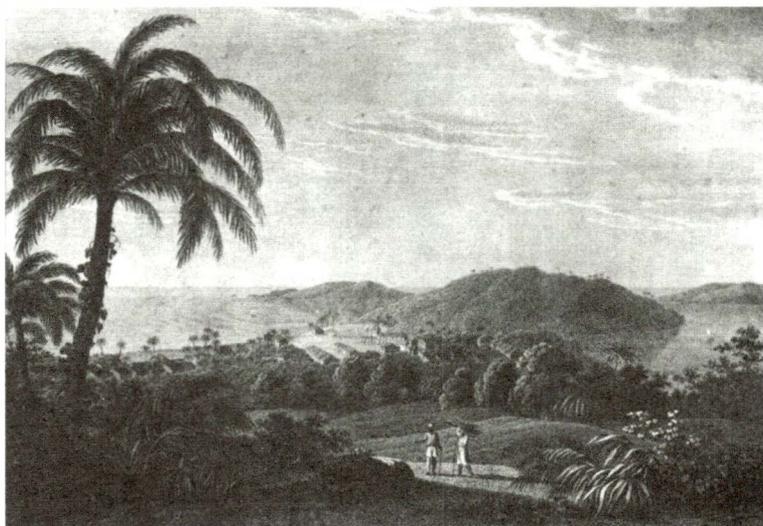


Figura 2. A. Vista da Vila e do Porto de Ilhéus. B. Vista da Fazenda de Tapebuçu e da costa marítima, com o monte de São João e a Serra de Iriri, cercados pela mata virgem. (De autoria de Friedrich Sellow, foram publicadas em *Viagem ao Brasil*, do Príncipe Maximiliano.)

zoólogo, pois ao mandar sua gente à caça, cada animal trazido é um todo. Reconhece ainda que a paixão por esta atividade assegura ao zoólogo o empenho de sua gente que, além disso, costuma relatar interessantes histórias sobre a forma de vida dos animais. No tocante aos minerais, o viajante destacou que a maior dificuldade reside no transporte das amostras.

De Caravelas, Sellow enviou uma carta ao ministro von Altenstein³⁰, solicitando um adiantamento anual e pondo-se à disposição do Museu de Berlim para futuras coletas. Concedido este apoio, Sellow passou a dedicar-se com mais tranquilidade às coletas e preparo de material pelos arredores de Salvador, enviando, a partir de então, grandes coleções de pássaros, sementes e exsiccatas botânicas para Berlim.

Ao retornar ao Rio de Janeiro, na metade de 1818, Sellow veio a conhecer Ignaz Olfers, secretário da legação alemã, de quem se tornou grande amigo e companheiro de viagem, na expedição a Minas Gerais e São Paulo. Como este dispunha de recursos, a expedição era ainda mais atrativa para o naturalista pobre.

Os dois amigos partiram a 10 de agosto de 1818, sendo Sellow responsável pelas coletas botânicas e ornitológicas, e Olfers pelas coleções entomológica e geognóstica. A expedição cruzou a divisa do Rio de Janeiro com Minas Gerais, em Paraibuna (3/9/1818), passou por Barbacena e alcançou Ouro Preto a 23 de setembro, onde permaneceu até 2 de outubro do mesmo ano. Após esta data, os dois realizaram numerosas excursões, incluindo as serras do Itacolomi, de Itabira, da Piedade e do Caraça, partindo finalmente de Ouro Preto, a 29 de abril de 1819. Dirigindo-se a seguir para São Paulo, passaram por São João del Rei, Jundiá e Itu, alcançando Ipanema a 1º de junho de 1819.

Olfers foi então chamado ao Rio de Janeiro e Sellow, acometido de forte diarreia, teve de permanecer por vários meses nesta localidade próxima a Sorocaba, famosa por sua “Fábrica de Ferro”.

Construída por iniciativa da coroa portuguesa (1798) para industrializar as jazidas de Araçoiaba, descobertas em 1589 pelo bandeirante Afonso Sardinha, Ipanema possuía os primeiros altos-fornos do Brasil, instalados em 1817 por Franz Varnhagen³¹. Grande foco de atenção, a siderúrgica recebia na época inúmeros viajantes e cientistas, como é o caso de Natterer³² e Saint-Hilaire³³, que por ali passaram no período em que Sellow aguardava a recuperação de sua saúde.

Em sua *Viagem à Província de São Paulo*³⁴, Saint-Hilaire tece longos comentários sobre o “jovem prussiano”, de “conhecimento bastante vasto” sobre botânica, e que se dedicava às “pesquisas com um zelo e uma energia sem par”. A respeito de sua personalidade, o cientista francês registrou que ele “sabia manter uma conversa inteligente sobre outros assuntos, conhecia várias línguas e mostrava possuir senso crítico e vivacidade de

³⁰Datada de 15 de dezembro de 1816, segundo Ignaz Urban, op. cit.

³¹Franz Ludwig Wilhelm von Varnhagen (1782-1842). Engenheiro alemão, pai do historiador brasileiro Francisco Adolfo de Varnhagen. Veio ao Brasil para dirigir a fundição de ferro de Ipanema. Faleceu em Lisboa, para onde se transferiu em 1820.

³²Johann von Natterer (1787-1843). Natural da Áustria, veio ao Brasil na comitiva científica de 1817, tendo aqui permanecido por 18 anos. Enviou para Viena importantes coleções de zoologia, botânica e etnografia, tendo descrito 73 espécies novas de mamíferos e 205 de aves.

³³Augustin François César Prouvençal de Saint-Hilaire (1779-1853). Naturalista francês, percorreu a região centro-sul do Brasil de 1816 a 1822, deixando a mais importante coletânea de relatos de viagem sobre nosso país. De sua bibliografia salienta-se *Flora Brasiliae Meridionalis*. Suas coletas de plantas brasileiras estimam-se em 30.000 exemplares, pertencentes a mais de 7.000 espécies, das quais cerca de 4.500 eram até então desconhecidas pelos cientistas.

³⁴SAINT-HILAIRE, A. de. *Viagem à Província de São Paulo*. São Paulo/Belo Horizonte: Editora da USP/Itatiaia, 1976. 229 p.

espírito”, acrescentando possuir “temperamento frio, e até ríspido”, parecendo “dotado de excessivo amor-próprio”. Saint Hilaire assinala que encheu-o de ansiedade ao enumerar as pessoas que publicavam na Europa trabalhos sobre a natureza brasileira e que, “usando de toda a polidez e de um mínimo de formalidade”, forçou-o a assumir para consigo maneiras mais simples e cordiais, “das quais, entretanto, ele se descartava quando na presença de Varnhagen e Natterer”³⁵. O sábio de Orléans também comenta sobre algumas cartas de recomendação entregues a Sellow, para seus amigos do Rio Grande e de Montevidéu, e que dele recebeu uma carta de agradecimento, informando sua frustrada tentativa de obter passaporte para o Mato Grosso e o próximo retorno para São Paulo, “passando pelo sertão de Lages”, após ter percorrido a “Banda Oriental”³⁶ e a Província do Rio Grande do Sul.

Sellow deixou Ipanema a 7 de janeiro de 1820 e chegou a São Paulo em 5 dias de viagem. A 8 de fevereiro seguiu em direção a Santos, onde permaneceu até 1º de abril. Dali, pela costa, chegou ao Rio de Janeiro a 9 de maio do mesmo ano.

No Rio de Janeiro, planejou uma nova e ambiciosa expedição, com vistas a conhecer inicialmente as províncias do sul do Brasil e depois o Mato Grosso e a Amazônia. Graças ao apoio de Altenstein e às recomendações de Humboldt, seus planos receberam um substancial apoio financeiro do rei da Prússia.

Esta terceira expedição teve início em novembro de 1821, quando Sellow deixou o Rio de Janeiro e, após 13 dias de viagem marítima, chegou a Montevidéu. Nos doze meses seguintes o naturalista dedicou-se a explorar os arredores da cidade, percorreu o rio Santa Lucia até suas nascentes e passou pelas vilas de Minas³⁷ e Maldonado³⁸, retornando desta localidade para Montevidéu (Figura 3). Foi um período pouco produtivo para coletas botânicas, devido ao inverno. Já as coletas de rochas, insetos, pássaros, mamíferos, peixes e cobras, foram numerosas.

Em novembro de 1822, o viajante deixou Montevidéu, dirigindo-se para Colônia do Sacramento³⁹. Após uma pequena excursão a Buenos Aires, partiu a 19 de dezembro para Salto⁴⁰, que alcançou a 5 de março de 1823. Nos arredores do Passo do Catalan, no rio Queguay⁴¹, o viajante encontrou fragmentos fósseis de uma carapaça (Figura 4), que constitui o primeiro registro de um quelônio do Pleistoceno uruguaio. Classificado inicialmente como *Testudinites sellowi* Weiss (1830), o material recebeu posteriormente o nome de *Testudo sellowi* Fitzinger (1836), em homenagem a seu coletor⁴².

De Salto, dirigiu-se para o Rio Grande do Sul, cruzando a fronteira pelo Cerro Agudo, no atual município de Livramento⁴³, a 24 de março de 1823. Passou por Vacaquá, Rosário, São Gabriel, Santa Maria, Cachoeira e Rio Pardo, de onde seguiu por via fluvial a Porto Alegre, onde chegou a 14 de maio do mesmo ano. Nos arredores de Santa Maria, o viajante realizou uma breve incursão pelas florestas

³⁵ SAINT-HILAIRE, A. Op. cit., p. 194-195.

³⁶ Antigo nome da República Oriental do Uruguai.

³⁷ Atual cidade de Minas, capital do Departamento de Lavalleja, no Uruguai.

³⁸ Atual cidade e capital do Departamento de mesmo nome, nos arredores de Punta del Este, Uruguai.

³⁹ Atual cidade de Colônia, capital do Departamento uruguaio de mesmo nome, situada à margem esquerda do rio da Prata, frente a Buenos Aires.

⁴⁰ Cidade e capital do Departamento de mesmo nome, no Uruguai.

⁴¹ Afluente do rio Uruguai.

⁴² MONES, A. Lista de los vertebrados fosiles del Uruguay, I *Chondrichthyes*, *Osteichthyes*, *Reptilia*, *Aves*. Montevideo, *Comunicaciones Paleontológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo*, 1972, n. 3, v. 1, p. 23-36.

⁴³ QUINTAS, A. T. Datas e itinerários dos viajantes botânicos no Rio Grande do Sul. *Revista da Escola de Agronomia e Veterinária da Universidade do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 57-64, 1956.



Figura 3. Itinerário de Friedrich Sellow no Uruguai e no Rio Grande do Sul. 1. Montevidéu - rio Santa Lucia - Minas - Maldonado - Montevidéu. 2. Montevidéu - Colonia - Buenos Aires - Colonia - Salto - São Gabriel - Santa Maria - São Martinho da Serra - Santa Maria - Cachoeira do Sul - Rio Pardo - Porto Alegre. 3. Porto Alegre - Cachoeira do Sul - rio Taquari - Cachoeira do Sul - Caçapava do Sul - Bagé - Aceguá - Herval - Pelotas (São Francisco de Paula) - Rio Grande - Pelotas - Lagoa dos Patos - Porto Alegre. 4. Porto Alegre - Encruzilhada do Sul - Caçapava do Sul - Rincão de Catalan - Arapeí Chico - Belém - Rincão de Catalan - Alegrete - rio Ibirapuitã - rio Ibicuí - rio Uruguai - Missões - Cruz Alta - Vacaria - Passo de Santa Vitória - Porto Alegre. 5. Porto Alegre, Rio Pardo - Caçapava do Sul - nascentes do Cambaí e São Sepé - Porto Alegre. 6. Porto Alegre, Vacaria - Lages.

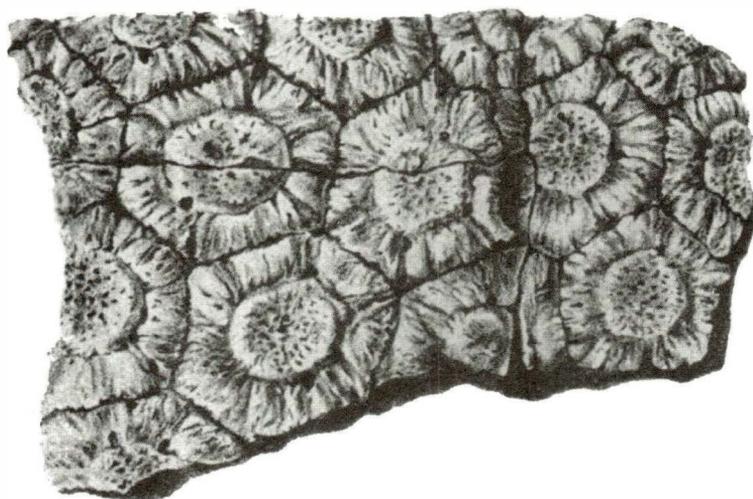


Figura 4. Fragmentos da couraça dorsal de *Testudo sellowi*, segundo Weiss (1940).

que recobrem o talude do planalto, chegando até São Martinho da Serra.

Ao final de agosto do mesmo ano, Sellow retornou ao interior da província pelo rio Jacuí, alcançando Cachoeira. Desta localidade, partiu em excursão pelo rio Taquari, retornando a Cachoeira, em meados de dezembro. Deslocou-se então para o sul, passando por Caçapava, Bagé, Serra de Aceguá⁴⁴, Herval, São Francisco de Paula⁴⁵ e Rio Grande. O itinerário, que *grosso modo* contorna a região do Escudo Rio-grandense, visava obter informações solicitadas pelo governo sobre a presença de ouro em Caçapava e sobre uma velha mina de prata dos jesuítas, que se dizia haver em Aceguá. Ao examinar a região do arroio da Mina, Sellow constatou que a pretensa prata nada mais era do que cascalho sulfuroso em marga de calcário.

O final desta viagem foi desastroso, pois o naturalista quebrou a clavícula à margem da lagoa dos Patos, ao cair do cavalo, e perdeu parte de suas coleções, na travessia do rio Pelotas. Permaneceu em São Francisco de Paula durante todo o inverno e a primavera de 1824, seguindo por água a Porto Alegre, somente no último dia daquele ano.

Ao comentar os infortúnios vivenciados por um naturalista no sul do país, Sellow destacou a inexistência de pontes para a travessia dos rios, o que tornava necessário, para quem não sabe nadar, “deixar-se puxar por uma corda de couro, que um nadador prende ao seu cavalo ou carrega com os dentes”⁴⁶. Cabe lembrar que o nome de Pelotas remete a uma antiga técnica para a travessia de rios na região, designando originalmente a bolsa de couro em que se colocavam objetos ou se acomodavam pessoas a serem

⁴⁴Serra ao sul de Bagé, divisa natural do Rio Grande do Sul com a República Oriental do Uruguai.

⁴⁵Atual cidade de Pelotas.

⁴⁶URBAN, I. Op. cit.

transportadas de uma margem à outra, puxada por uma corda. Trata-se certamente de método muito arriscado, sobretudo para o transporte de valiosas coleções e pesadas caixas com minerais, como era o caso de nosso viajante. Ao referir-se à escassa floração e à difícil secagem dos materiais, especialmente de peles, com o ar frio e úmido do inverno, observou que no Rio Grande do Sul raramente se encontrava uma casa em que se podia estender com segurança as coleções. Dando-se pouca atenção ao conforto do lar, o viajante constatou que até mesmo ricos proprietários eram encontrados em ranchos que envergonhariam o mais humilde dos agricultores da Prússia⁴⁷.

Em Porto Alegre, onde chegou após dez dias de viagem pela lagoa dos Patos e Guaíba, Sellow permaneceu até meados de Setembro, tendo neste período excursionado pela Serra do Herval. Partiu então para o norte do Uruguai, motivado pela notícia da descoberta de “dois esqueletos gigantes” fósseis, junto ao rio Arapeí Chico, “o maior deles com 40 palmos de comprimento, necessitando uma grande carreta para seu transporte”⁴⁸.

Munido de barômetros e de um sextante que pedira desde Montevidéu, rumou para Encruzilhada e Caçapava, onde chegou a 10 de dezembro de 1825, muito contente com as coletas mineralógicas realizadas. De Caçapava, partiu a 25 de dezembro para São Gabriel, alcançando a fronteira do rio Quaraí no início de janeiro de 1826. A meta desta viagem, no Arapeí Chico, só pode ser alcançada nos últimos dias daquele mês, devido às escaramuças da Campanha da Cisplatina na região. Para sua segurança em território oriental, foi necessário a proteção de uma escolta militar, concedida pelo coronel Bento Manoel Ribeiro⁴⁹, comandante do acampamento militar do Rincão de Catalan⁵⁰.

⁴⁷URBAN, I. Op. cit.

⁴⁸WEISS, C. S. Sobre a extremidade meridional da cordilheira do Brasil, na Província de S. Pedro do Sul e na Banda Oriental ou estado de Monte Video; conforme as coleções do sr. Fr. Sellow. *Boletim do Centro Rio-Grandense de Estudos Históricos*, Rio Grande, v. 2, p. 35-98, 1940. (Trad. de Bertholdo Klínger)

⁴⁹Natural de Sorocaba, fez rápida carreira militar nas lutas do Prata. General durante a Revolução Farroupilha, serviu mais tempo ao Império do que à República de Piratini. Considerado por muitos como traidor, dele dizia-se na época: “Todos merecem perdão, só o Bento Manoel que não!”. Faleceu em Porto Alegre, em 1855.

⁵⁰Situa-se a sudeste da cidade de Artigas. O nome perpetua-se na toponímia regional, pelos rios Catalan Chico e Catalan Seco, tributários do Catalan Grande, afluente do Quaraí.

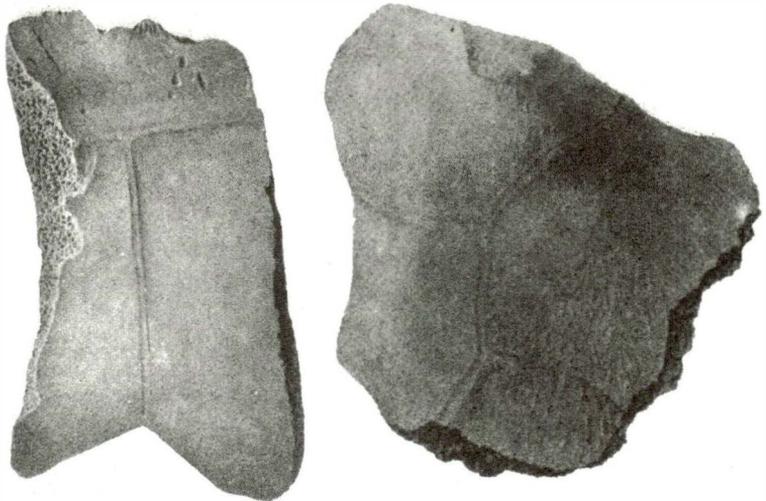


Figura 5. Fragmento da couraça de *Chlamydotherium sellowi*, segundo Weiss (1940).

⁵¹ WEISS, C. S. Op. cit.

⁵² MONES, A. Lista de los vertebrados fosiles del Uruguay, II. *Mammalia. Comunicaciones Paleontologicas del Museo de Historia Natural de Montevideo*, Montevideo, v. 1, n. 4, p. 39-97, 1973.

⁵³ Johann Samuel Edouard d'Alton (1803-1854). Paleontólogo alemão, publicou *Über die von dem verstorbenen Herrn Sellow aus der Banda Oriental mitgebrachten fossilen Panzerfragmente und die dazu gehörigen Knochen-Überreste*, em que discorda da classificação de Weiss, sobre a identidade dos referidos fósseis do Arapeí-Chico.

⁵⁴ José Feliciano Fernandes Pinheiro (1774-1847). Natural de Santos, graduado pela Universidade de Coimbra, passou o restante de sua vida no Rio Grande do Sul, onde se distinguiu na administração pública e pela autoria dos famosos "Anais", a primeira obra abrangente sobre a história da província.

⁵⁵ Antigo nome do Rio Grande do Sul.

⁵⁶ ALTON, E. D'. *Über die von Herrn Sellow mitgebrachten fossilen Panzerfragmente aus der Banda Oriental und die dazu gehörigen Knochen-Überreste (Als Nachtrag zu der Abhandl. des Hrn. Weiss über das südliche Ende...)*. Berlin, Abhandl. Königl. Akad. Wissen., 1934. p. 1-56.

⁵⁷ WEISS, C. S. Op. cit.

⁵⁸ Localidade às margens do rio Uruguai, situada ao norte da foz do Arapeí-Grande, no atual Departamento de Salto (República Oriental do Uruguai).

⁵⁹ Zona de matas de Araucária, na região de Lagoa Vermelha, situada entre os rios Carreiro, Ligeiro e Inhandava.

⁶⁰ Afluente da margem direita do rio Jacuí. O nome, de origem guarani, significa mata (*caa*) impréstável ou sem caça (*pané*).

⁶¹ Afluente do rio Vacacaí.

Dos "esqueletos gigantes" do Arapeí Chico restavam pedaços da carapaça e ossos, classificados por Weiss⁵¹ como pertencentes ao gênero *Megatherium* Cuv.. Reconhecido atualmente pelo nome científico de *Chlamydotherium sellowi* Lund⁵², o material foi anteriormente descrito em detalhe por Alton⁵³, que não se arriscou a dar-lhe a classificação taxonômica, limitando-se a relacioná-lo a um "tatu", em concordância com a opinião original do coletor. A parte mais importante deste material foi remetida para o Rio de Janeiro, por instâncias do Visconde de São Leopoldo⁵⁴, presidente da província de São Pedro⁵⁵, sendo enviados para a Alemanha fragmentos menores, dois dos quais, desenhados por Alton⁵⁶, são apresentados na Figura 5. Os sedimentos associados foram descritos pelo coletor como uma marga "amarelado-cinzenta, tirante a pardo, friável..."⁵⁷.

Do Arapeí Chico, Sellow dirigiu-se para Belen⁵⁸, na costa do rio Uruguai, de onde retornou para o Rincão de Catalan. Deslocando-se então para o norte, atingiu novamente o território rio-grandense, seguindo em direção a Alegrete. Em maio de 1826, desceu pelos rios Ibirapuitã, depois pelo Ibicuí e subiu o rio Uruguai até as Missões Orientais, de onde se dirigiu, rumo leste, por terrenos entre os rios Piratini e Ijuí. A 14 de setembro partiu para Cruz Alta e o nordeste da Província, passando por Mato Português⁵⁹ e pelos campos de Vacaria. Do rio Pelotas, na divisa com Santa Catarina, Sellow retornou a Porto Alegre, onde chegou a 10 de novembro de 1826.

Sua última incursão ao interior do Rio Grande, realizada no curto período de um mês, visava atender a uma solicitação de D. Pedro I, que desejava uma coleção de rochas da província para oferecer à Imperatriz. Dirigiu-se então a Rio Pardo, Capané⁶⁰ e Caçapava, chegando até as proximidades de São Gabriel, nas nascentes dos rios Cambaí⁶¹ e São Sepé, de onde retornou a Porto Alegre, onde chegou ao final do ano de 1826.

A seguir, Sellow dedicou-se ao preparo e envio da maior parte de suas coleções, realizou uma breve visita à recente colônia alemã de São Leopoldo e iniciou, a 3 de abril de 1827, a longa viagem de retorno a São Paulo. De Porto Alegre seguiu para Santo Antônio da Patrulha, subiu a Serra e alcançou Lages a 2 de julho, após cruzar a divisa de Santa Catarina, no passo de Santa Vitória. Devido às grandes perdas de mulas e cavalos neste percurso e à proximidade do inverno, estação desfavorável à coleta de plantas e de insetos, Sellow decidiu interromper a viagem e partir de navio para o Rio de Janeiro. Após guardar suas coleções em lugar seguro e deixar os animais em bom pasto, desceu a Serra do Mar, passou por Laguna e embarcou para a Corte, na capital de Santa Catarina.

No Rio de Janeiro, dedicou-se principalmente ao preparo e envio de parte de suas coleções. Ao final de outubro, retornou a

Santa Catarina como convidado do Capitão Phillip P. King, chefe da comissão geográfica inglesa, que se encontrava na costa brasileira com os navios Adventure e Beagle, de passagem para o Estreito de Magalhães. Em carta de 7 de novembro de 1827, redigida em português, Sellow recomendou o Capitão Parker King a Don Dámaso Larrañaga⁶², como sendo um “apaixonado pela História Natural”, solicitando-lhe que transmitisse ao portador “algumas informações sobre a Natureza da Banda Oriental e da Província de Buenos Aires”, como se fora um “grande obséquio” a ele próprio. Ao finalizar, Sellow informa o cura de Montevideú sobre seus planos para o futuro:

*Tenho feito assaz dilatadas viagens pelas províncias de São Pedro e Santa Catarina, dirijo-me agora ao Mato Grosso, com a intenção de prolongar a viagem até Arica, sobre o Pacífico, praticando assim um talho transversal da América meridional, sobre o plateau elevado do Brasil.*⁶³

Após uma curta permanência na ilha de Santa Catarina, o naturalista seguiu para Laguna e, ao final de dezembro, iniciou a subida da Serra do Mar, em direção a Lages, onde chegou somente a 31 de janeiro de 1828. As peripécias desta etapa, relatadas em carta para Olfers, testemunham os riscos e sofrimentos dos viajantes da época, nos sertões do Brasil:

Minha viagem nas montanhas decorreu de forma muito ruim. Já na viagem de Laguna (uma península no Estado de Santa Catarina) ao rio Tubarão, praticamente toda a minha bagagem foi encharcada com água salgada, pois quando me encontrava a uma distância de 1 milha do mar, uma súbita tempestade formou ondas tão grandes, que a canoa só não afundou mediante extenuantes esforços. Isto, entretanto, foi apenas uma amostra do que me aguardava. A 30 de dezembro, após um dia inteiro para lavar e secar novamente as coisas, dirigi-me ao sertão, onde precisei de 19 dias para vencer um trecho de mato, não maior do que 20 léguas. Nenhum dia passava sem que houvesse fortes chuvas, com o que o estreito caminho, terrível em qualquer época do ano, ficava ainda pior, de maneira que só se podia andar a pé e, somente com grande esforço, passar pelas encostas e banhados. Gastei 9 dias à margem de um rio, que ficava a 1 dia de viagem do sopé das montanhas; quase regularmente, à tarde, ele enchia alguns metros e corria espumante e barulhento, rolando pedaços de rochas com as águas. Durante a noite ele diminuía, mas não o sufi-

⁶²Dámaso Antonio Larrañaga. Padre, político e naturalista uruguaio.

⁶³SELLOW, F. Carta do señor F. Sellow a Larrañaga. In: LARRAÑAGA, D. A. *Escritos de Don Dámaso Antonio Larrañaga*. Montevideo: Instituto Histórico e Geográfico del Uruguay, 1924. Tomo III. p. 299-300.

ciente para que pudesse ser transposto; neste tempo fui castigado por nuvens de mutucas e mosquitos, e por uma dor de dente, que só desapareceu após 6 dias, deixando uma fistula que ainda não está sarada. Sob tais circunstâncias estragaram-se minhas coleções e até o papel apodreceu. (...). A única compensação que tive nestes ermos foi ter encontrado um importante depósito de carvão mineral. (...). Eu não duvido que todo o pé destas montanhas, talvez do rio São Francisco até o Mampituba, seja rico em carvão mineral. Mais difícil ainda foi a subida da montanha, pois a água que rolava para baixo havia carregado pedras soltas e terra, dificultando a subida dos animais nos bancos que se haviam formado. O caminho teve de ser refeito, no verdadeiro sentido da palavra. Após duro trabalho de um dia inteiro, tínhamos conseguido escalar até a metade, mas como à noite começou novamente a chover, as pessoas ficaram desanimadas, pois a alimentação dos últimos dias tinha sido praticamente água com açúcar. Cada um ficava onde estava e deixava que a noite caísse sobre si; a mim também não restava outra coisa senão esperar pela manhã, em meu poncho molhado, sentado em uma pedra. A escosta da montanha, entretanto, oferecia excelente cenário. (...). No dia seguinte, quando alcancei o cume da montanha e (...) as primeiras moradias, precisei parar por causa de meus animais... (...). Acometeu-me então uma catarração, que apanhara durante o mau tempo e da qual não conseguia me livrar; o meu negro ficou ainda mais doente do que eu, de modo que eu temi perdê-lo.⁶⁴

⁶⁴URBAN, I. Op. cit., p.

Ao chegar a Lages, Sellow constatou várias baixas em sua tropa de cavalos e mulas, devido a uma peste que havia atingido todo o planalto catarinense. Coletou “plantas interessantes”, segundo registro da mesma carta a Olfers e, no início de março, partiu para o “grande sertão”, que alcançou em 24 dias de viagem, onze dos quais de descanso, devido às chuvas ou em função dos animais. De Lapa, dirigiu-se a Paranaguá, através da Serra do Mar, de onde retornou ao interior do Estado, alcançando Guarapuava.

Em seus *Anais da Província de São Pedro*, o Visconde de São Leopoldo informa sobre uma “derradeira carta de despedida”⁶⁵, enviada a 10 de março de 1827, quando Sellow preparava-se para deixar o “sertão de Lapa”, em direção a São Paulo. Confessando não poder “ainda recordar-se sem lágrimas”, o político gaúcho informa que no documento “transpiram incessantes votos pela prosperidade de sua pátria”, ao mesmo tempo que o remente se prontificava “a retificar os exames de minerais de cobre”,

⁶⁵PINHEIRO, J. F. F. *Anais da Província de São Pedro*. Petrópolis: Editora Vozes, 1978. p. 63-64.

e informava sobre a existência de “belíssima serpentina, de diferentes variedades de ferro em lugares cômodos para extração, de abundância de terras ricas com matérias para o fabrico do sulfato de alumina”, bem como de “inumeráveis plantas medicinais”, pertencentes à “odorífera família das Labiadas”, além da árvore, que produz a casca de Winter⁶⁶, tão promissora para a civilização dos índios desta província como a “colheita da Ipecacuanha⁶⁷, para os indígenas dos sertões entre o Rio de Janeiro e Minas Gerais”.

Seguindo por Carambeí e Castro⁶⁸, o naturalista alcançou Sorocaba, em dezembro de 1828. De janeiro a junho de 1929, esteve em São Paulo, em Santos e na ilha da Moela, sempre realizando proveitosas coletas.

Impedido de viajar ao Paraguai do ditador Francia⁶⁹, que vedava a entrada no país aos estrangeiros e havia aprisionado a Bonpland, Sellow “voltou à sua idéia inicial de ir a Goiás, através da parte norte de Minas Gerais e daí, através do Mato Grosso, chegar ao Pará”⁷⁰.

A 23 de maio de 1830, partiu então de São Paulo para Guaratinguetá, que alcançou a 13 de junho. Atravessou a serra da Mantiqueira, passou por Itajubá e chegou a São João del Rei em agosto. Somente neste trajeto, que mescla paisagens de campos e florestas, as coletas botânicas alcançaram cerca de 1.500 plantas. Ao chegar a Ouro Preto, em novembro, teve a alegria de receber o primeiro caderno da *Flora Brasiliensis*, enviado por Olfers e versando sobre as Gramíneas. A profunda admiração do remetente pelo trabalho de Sellow manifesta-se claramente na carta em anexo, quando lhe solicita a “grande alegria” de ver seu nome associado a uma espécie nova de *Panicum*, que seja “muito próximo do *Panicum sellowii*”⁷¹.

Nos arredores de Ouro Preto realizou numerosas excursões, como ao pico do Itacolomi, onde permaneceu por diversos dias em novembro, e à Serra do Caraça, na segunda metade de dezembro.

Antes de prosseguir viagem, Sellow tomou os últimos 3.500 marcos que restavam da concessão real de março de 1823, enviou suas coleções para o Rio e firmou seu testamento, a 29 de março de 1831, preparando-se para eventuais desventuras em uma expedição ao interior mais remoto do Brasil. Sua atitude parece ter sido premonitória, pois o incansável viajante veio a falecer seis meses após esta data, por afogamento no rio Doce, com apenas 42 anos de idade.

A contribuição de Sellow

Morto no auge de sua carreira de viajante-naturalista, Friedrich Sellow não teve a oportunidade de retornar à Europa e colher os louros que certamente lhe trariam a descrição e o estudo de suas extraordinárias coleções. Longe das instituições de pes-

⁶⁶Refere-se a *Drimys brasiliensis* Miers, da família das Winteráceas, conhecida popularmente pelos nomes de cataia ou casca d'anta. Trata-se de espécie muito próxima à verdadeira “casca de Winter”, *Drimys winteri* Forst., originária dos Andes austrais e da Terra do Fogo.

⁶⁷*Cephaelis ipecacuanha* Rich., da família das Rubiáceas.

⁶⁸Cidades no interior do Paraná.

⁶⁹José Gaspar Rodríguez Francia (1776-1840). Responsável pela independência e ditador do Paraguai, governou com extremo rigor, recebendo a alcunha de “El Supremo”.

⁷⁰URBAN, I. Op. cit., p.

⁷¹URBAN, I. Op. cit., p.

quiza e vivenciando apenas raros contatos com seus pares, Sellow não obteve o merecido lugar na história das ciências naturais, não apenas pelas numerosíssimas coletas, como também pela diversidade dos temas a que dedicou sua vida. Abrangendo os mais variados setores do conhecimento, seu trabalho de campo, observações, registros e desenhos versam sobre botânica, zoologia, paleontologia, mineralogia, meteorologia, astronomia, antropologia e linguística.

Sellow não teve tempo para publicar artigos científicos ou livros de viagem, para os quais estava plenamente preparado. O seu legado, que tanto impulso deu às ciências naturais, serviu contudo para a celebridade de toda uma plêiade de pesquisadores do século XIX, restando ao desafortunado coletor o empréstimo de seu nome a centenas de plantas, animais e fósseis, descritos a partir dos materiais por ele penosamente reunidos. Ao contrário de Saint-Hilaire, de Martius, de Lindman e outros tantos luminares, que dispuseram de tempo para bem aproveitar o árduo esforço empreendido nas expedições ao interior do Brasil e para publicar livros de viagem merecidamente famosos, não coube a Sellow nem mesmo a dedicação de um pesquisador interessado em resgatar seus manuscritos, enviados para Berlim após sua morte. O nome de Sellow, por este motivo, continua sendo pouco conhecido e sua extraordinária contribuição, pouco divulgada.

Ignaz Urban, no famoso *Rascunho Biográfico* sobre o desafortunado viajante, informa que no seu espólio encontram-se cartas diversas, cartas de recomendação de autoridades brasileiras, a correspondência enviada pelo Ministério da Educação da Prússia, numerosos diários e relatórios de sua autoria, além de outras preciosidades.

Deste rico acervo, Barreto⁷² destaca, por seu especial interesse para o Rio Grande do Sul, uma carta remetida de Porto Alegre, em 1826, e endereçada ao barão de Altenstein. Constando de 28 páginas manuscritas e versando principalmente sobre a geografia física do Estado, não faltam, no documento, passagens com descrições minuciosas, como as que nos antecipa o historiador rio-grandino:

Parti de Porto Alegre a 29 de agosto de 1823, quando recém a primavera se revelava nas plantas, e subi pela margem esquerda do Guaíba, pois dado que a guerra durava, só na região das matas podia eu contar em angariar o necessário auxílio de homens, empenho em que sempre ocorriam incríveis dificuldades. O longo vale do Guaíba, de mais de 40 léguas de comprimento, apresenta a capital, Porto Alegre, em situação excepcionalmente aprazível, na sua embocadura, reunidos os quatro rios formadores do lago de Viamão, sobre

⁷²BARRETO, A. *Bibliografia Sul-Rio-Grandense*. Rio de Janeiro: Conselho Federal de Cultura, 1976. v. 2, p. 1257-1265.

uma península granítica, de 100 pés de altura, de mais recente formação; a cidade conta com quatro igrejas e 1.800 fogos, e um excelente ancoradouro em que os veleiros presentes são geralmente em número não inferior a quarenta.

Páginas adiante, Sellow manifesta todo o seu poder descritivo, ao referir-se ao cerro de Botucaraí, nos arredores da atual cidade de Candelária, demonstrando o sabor literário desta obra merecedora de urgente publicação:

Essa região é vestida de alta mata, na qual reencontrei várias árvores e, em geral várias plantas iguais às que eu coletara no Tietê. Aqui igualmente ouvem-se os urros do guariba e foge o tapir diante do caçador; a safar-se nos caldeirões dos córregos; e nos mais altos topos das árvores vibra a bigorna da araponga. No pé dessa serra medram o algodão, a mandioca e até a cana-de-açúcar. E daí até a borda do rio alternam campos de pastagem e capões de mato, esse geralmente cercado de alta bromeliácea⁷³, a qual propicia o aumento da área do capão, mas vai rareando para o sul e acaba desaparecendo.

⁷³*Bromelia balansae* Mez.

Em um terceiro trecho apresentado por Abeillard Barreto, evidencia-se a riqueza informativa do documento sobre as incipientes povoações do interior da província:

Da freguezia de Taquari; da vila do Rio Pardo, terceira povoação da província em importância, com três igrejas e quinhentos fogos; da vila da Cachoeira, em bela situação, apenas com 150 fogos, e pobres, empreendi várias excursões à serra basáltica, às minas de carvão, às pedreiras calcáreas, às pequenas lagoas na boca do rio, nas quais em outubro e novembro fazem seus ninhos, nas macegas, pelicanos de diversas espécies, vegetação que, qual rizoforas, ergue suas raízes acima da água e forma ilhotas flutuantes, em torno das quais se postavam, prontos para a rapina, variedades de falcões; tais excursões foram bastante produtivas para as coleções.

Botânico por formação, Sellow dedicou à *Scientia amabilis* o melhor de seus esforços, sendo o coletor mais freqüente nas descrições de plantas brasileiras. Na monumental *Flora Brasiliensis*, seu nome é desta forma citado por milhares de vezes, sendo, além disso, homenageado no epíteto específico de centenas de plantas novas para a ciência.

Enquanto o herbário de Saint-Hilaire, reúne 7.608 espécies de nosso país, apenas para o *Botanisches Museum*, de Berlim,

foram enviadas mais de 11.700 espécies coletadas por Sellow e 51.480 exemplares. Não surpreende, portanto, o grande número de espécies do Rio Grande do Sul que figuram em obras clássicas da botânica, como em publicações da revista *Linnaea* e em *Das Pflanzenreich – Regni Vegetabilis Conspectus*, organizado por Engler e Diels, no período de 1900 a 1953. Sobre a contribuição de Sellow para a botânica, basta lembrar que, ao tempo de sua morte, o grande viajante havia enriquecido esta ciência em aproximadamente 10% das espécies conhecidas.

Além do Herbário de Berlim, as exsicatas de Sellow constam atualmente nas coleções das mais importantes instituições de pesquisa botânica do mundo, citando-se o Royal Botanic Gardens (Kew, Inglaterra), o New York Botanical Garden, o Musée National d'Histoire Naturelle (Paris), o British Museum of Natural History (Londres), o Museu Nacional do Rio de Janeiro, o Jardin Botanique de l'État (Bruxelas), o Herbarium of the University (Cambridge), o Herbarium Boissier e Musée Delessert (Genebra), o Gray Herbarium (Harvard, USA), o Botanisches Institut der Universität (Kiel, Alemanha), o Rijksherbarium (Leiden, Holanda), o Botaniska Museet (Lund, Suécia), o Botanisches Institut Akademij Nauy (Leningrado), o Instituto Botânico da Universidade de Lisboa, o Botanisches Institut der Universität (Leipzig), o Botanish Museet (Uppsala, Suécia), o Naturhistoriska Riksmuseet (Estocolmo), o Botanisch Museum en Herbarium (Utrecht, Holanda), o United States National Herbarium (Washington), o Naturhistorisches Museum (Viena) e o Botanischer Garten und Botanisches Institut der Universität (Viena).

Os maiores botânicos do século XIX, dentre os quais Arnott, Baillon, Berg, Chamisso, Chodat, Fries, Gaudichaud-Beaupré, Grisebach, Hooker, Hyeronimus, Klotzsch, Kunth, Malme, Nees, Schlechtendal, Urban e Vogel, examinaram parcialmente as exsicatas coligidas por Sellow, resultando em descrições de espécies-novas, publicadas nas mais importantes monografias sobre as respectivas famílias botânicas. Embora nunca tenha publicado pessoalmente, Sellow figura, desta forma, entre os grandes nomes da botânica.

O legado do naturalista tem sua maior limitação em problemas de etiquetagem, sendo em geral quase impossível reconhecer o verdadeiro local de coleta, no vasto espaço brasileiro. Algumas vezes fica mesmo impossível dizer-se se uma planta provém do Brasil ou do hodierno Uruguai, naquele tempo ainda pertencente ao Brasil. Esta confusão cresce de vulto, porque nos herbários muitas vezes se acrescentou, arbitrariamente, a designação “*Brasilia*”, também quando o espécime é oriundo do moderno Uruguai. Sobre este aspecto, Herter & Rambo⁷⁴ observaram que após a separação da Província Cisplatina do Brasil, em 1828, chegou-se em muitos casos a cometer a arbitrariedade inversa,

⁷⁴HERTER, W. G. & RAMBO, B. Nas pegadas dos naturalistas Sellow e Saint-Hilaire. *Revista Sudamericana de Botanica*, Montevideo, v. 10, p. 61-98, 1951-56.

substituindo a designação “*Brasilia*” por “*Montevideo*”, de maneira que muitas plantas figuram como uruguaias, quando na realidade são encontradas apenas no Brasil.

Para ilustrar esta confusão generalizada com a procedência das exsicatas do naturalista prussiano, basta citar que apenas para *Eugenia* L. (família *Myrtaceae*) foram descritas 5 espécies, baseadas em material supostamente coletado no Rio Grande do Sul: *Eugenia bicolor* Berg, *Eugenia coaetanea* Berg, *Eugenia pantagensis* Berg, *Eugenia platysema* Berg, *Eugenia subcordata* Berg e *Eugenia suffrutescens* Niedenzu⁷⁵. Com relação às duas últimas, Marcos Sobral assinala que as mesmas são características de áreas de cerrado e até hoje nunca foram recoletadas no Estado, sendo as referências na descrição dos tipos provavelmente um erro de etiquetagem. Alheios, por vezes, ao eminente botânico, problemas desta natureza não diminuem sua contribuição para a Taxonomia Vegetal, mas certamente dificultam, ou até mesmo limitam, a utilização de suas exsicatas ou referências a locais de coleta, para estudos fitogeográficos.

Embora sendo botânico, Sellow grangeou notoriedade em sua época principalmente pelas descobertas nos campos da geologia e paleontologia. Esta é a impressão que fica, ao ler-se o comentário do Visconde de São Leopoldo, registrado em seus *Anais*, bem como a correspondência de Aimé Bonpland a Alexander von Humboldt. Em carta de 1º de junho de 1832, referida por Barreto⁷⁶, o cientista francês manifesta preocupação com a saúde do viajante prussiano e curiosidade sobre as coletas por ele realizadas:

*Quanto ao sr. Sellow, sei que muito trabalhou e, com algum fundamento, suponho que formou inúmeras coleções, tanto para o Brasil como para sua pátria. No caso de não haver enviado coleções à Prússia há muito tempo, seria conveniente pressioná-lo, pois vejo o seu regresso muito afastado; direi mais: devo duvidar que repasse o oceano, pois esteve muitas vezes perigosamente enfermo e teme o clima europeu. As coleções do Sr. Sellow devem ser sobretudo muito ricas em mineralogia, a julgar por tudo quanto ouvi dele dizer e por uma coleção de rochas do Brasil, bem classificadas, que apreciei em Buenos Aires e que não pode ser senão dele. À margem do Arapeí, na Banda Oriental, Sellow encontrou um esqueleto muito grande duma espécie extinta. Apesar de todos os pedidos que fiz para informar-me sobre esse animal monstruoso, nada consegui de positivo, senão a afirmação unânime de tratar-se de um tatu, espécie de *Dasypus*.*

⁷⁵SOBRAL, M. Descrições sucintas dos gêneros ocorrentes no Rio Grande do Sul e chaves para identificação das espécies. In: MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. *Dendrologia das Angiospermas – Myrtales*. Santa Maria: Editora UFSM, 1998. 304 p.

⁷⁶BARRETO, A. 1976. Op. cit.

A leitura deste fragmento requer inicialmente um breve comentário sobre o estado de saúde de Sellow. Bonpland referia-se às freqüentes crises de colite, que acometiam o viajante, desde seu tempo de Paris. Não o tendo conhecido pessoalmente, é provável que a observação do francês tenha sido haurida de Saint-Hilaire, que esteve com Sellow no tempo de sua visita à “Fábrica de Ferro” de Ipanema, quando este convalescia de uma forte crise. Comparando-se as datas, percebe-se que Bonpland, em seu isolamento, desconhecia a morte de Sellow, ocorrida dez meses antes do envio da carta. O que mais importa ressaltar neste documento, todavia, é a reputação de Sellow no meio científico, por suas coletas mineralógicas e paleontológicas. Finalmente, sobre o comentário de Bonpland a respeito do “monstruoso” fóssil recolhido pelo viajante no Arapeí, cabe ressaltar sua interpretação correta ao atribuí-lo a um tatu gigante, pois ao contrário do estudo posterior de Weiss⁷⁷, tratava-se evidentemente de um quelônio, o primeiro a ser descoberto nesta região da América.

⁷⁷WEISS, C. S. Op. cit.

Em carta de 25 de dezembro de 1853, igualmente referida por Barreto⁷⁸, Bonpland voltou a confidenciar a Humboldt sobre a excelência do trabalho geológico realizado por Sellow:

⁷⁸BARRETO, A. 1976. Op. cit.

Concebo facilmente que depois dos sábios trabalhos do sr. Sellow no Brasil, minha coleção terá pouco apreço. Entretanto, quero crer que oferecerá algo de novo. Como seria feliz se pudesse ler o que necessariamente haverá aparecido sobre os trabalhos geológicos do sr. Sellow.

Novamente Bonpland demonstra seu desconhecimento da realidade, pois já se haviam passado 23 anos da publicação na Alemanha (ano de 1830) de um trabalho do professor Christian Samuel Weiss, lente de mineralogia na Universidade de Berlim, sobre as observações geológicas de Sellow no Rio Grande do Sul e Uruguai. Traduzido pelo general Bertholdo Klinger, em 1941, esta publicação baseou-se exclusivamente nas anotações e materiais coligidos pelo viajante, pois seu autor nunca esteve pessoalmente na região. Trata-se de um documento de grande valor histórico, senão científico, por ter sido provavelmente o primeiro sobre esta região da América a trazer longas referências sobre a composição de sedimentos, solos, recursos minerais e fósseis.

No tocante à paleobotânica, cabe ressaltar que Sellow foi o primeiro a registrar a presença de madeiras fósseis no Rio Grande do Sul, de acordo com Pinto & Closs⁷⁹. O trabalho de Weiss (1941), anteriormente referido, esclarece que o viajante prussiano encontrou “madeira petrificada”, com “estrutura de dicotiledônea”, entre São Gabriel e “Cayguaté”⁸⁰, entre os “Cerros de Bagé e o passo do Valente”, bem como no vale do rio Negro, próximo à serra de Aceguá. O único reparo a ser feito, e mais diretamente a Weiss, que examinou os materiais em laboratório,

⁷⁹PINTO, I. D. & CLOSS, D. Índice remissivo dos fósseis do Rio Grande do Sul. *Iheringia*, Porto Alegre, v. 1, p. 3-76, 1967

⁸⁰Refere-se à localidade de Caiboaté, 15 km ao norte de São Gabriel.

⁸¹ ISABELLE, A. *Viaje a Argentina, Uruguay y Brasil, en 1830*. Buenos Aires: Editorial Americana, 1943. 454 p.

⁸² AVÉ-LALLEMANT, R. *Viajem pela província do Rio Grande do Sul (1858)*. Belo Horizonte, São Paulo: Itatiaia, EDUSP, 1980. 417 p.

prende-se à identidade equivocada dos mesmos, atribuídos apressadamente às dicotiledôneas. Cabe entretanto ressaltar que o mesmo erro foi cometido por Isabelle⁸¹, com relação aos fósseis encontrados entre São Vicente e o rio Toropi (ano de 1834), e por Avé-Lallemant⁸², ao comparar os troncos petrificados de Santa Maria com Mirtáceas, no ano de 1858.

Os elogios do Visconde de São Leopoldo ao trabalho geológico de Sellow foram mais do que merecidos. Ao passar por Caçapava, o viajante examinou a cata de ouro e constatou pela primeira vez a existência de cobre no Rio Grande do Sul. Em Aceguá, esclareceu a verdade sobre as “minas jesuíticas” de prata e, apenas para destacar os pontos mais importantes no setor de mineração, o incansável naturalista ainda descobriu jazidas de carvão no sul de Santa Catarina, bem como no Rio Grande do Sul. Na verdade, a contribuição de Sellow à geologia sul-brasileira ainda não recebeu um estudo definitivo.

Se as coletas botânicas e a contribuição de Sellow à geologia e à paleontologia são mais divulgadas, o mesmo não se pode dizer de sua colaboração para o conhecimento da fauna brasileira. Cabe entretanto observar que as coleções de insetos, pássaros, mamíferos, répteis e demais animais sempre foram um de seus principais objetivos, sobretudo na fase inicial de sua vida de viajante-naturalista, quando precisava saldar dívidas junto a instituições financiadoras, mediante exemplares coletados. Seu legado zoológico, que compreende 276 peles de mamíferos, 4.945 pássaros, 323 anfíbios e peixes, 80.834 insetos, 638 crustáceos e conchas, 250 moluscos, 92 vidros com animais conservados em álcool e numerosos preparados anatômicos⁸³, certamente justifica a inclusão de seu nome entre os grandes colaboradores para o avanço deste ramo da ciência, no século XIX.

O interesse universalista de Sellow manifesta-se ainda em seus diários, cartas e relatórios, testemunhas de uma intensa atividade geográfica, no registro de interessantes observações bioclimatológicas, determinações topográficas, registros meteorológicos e astronômicos.

Finalmente, é preciso salientar que, apesar de seu diversificado interesse em ciências naturais, Sellow também tinha pendor para o desenho e estudos linguísticos.

O legado iconográfico de Sellow, conservado no Museu Zoológico de Berlim, compreende um livro de rascunhos e 222 desenhos, compondo um valiosíssimo painel sobre a terra e a sociedade brasileira do início do século XIX. Outros 32 desenhos, que pertenceram à coleção do Príncipe Maximiliano, encontram-se atualmente na “Biblioteca Brasileira”, de Robert Bosch Ltda⁸⁴. Com exceção das três ilustrações publicadas na *Viajem* do Príncipe Maximiliano⁸⁵, todo este material acreditava-se desaparecido ao tempo de Urban⁸⁶.

⁸³ HACKETHAL, S. Friedrich Sellow (1789-1831) – Skizzen einer unvollendeten Reise durch Südamerika. *Fauna Flora Rhld.-Pf.*, Landau, n. 17, p. 215-228, 1995.

⁸⁴ HACKETHAL, S. Op. cit.

⁸⁵ São eles: Vista da vila de Porto Seguro, no rio Buranhém; Vista da Vila e do Porto de Ilhéus; e Vista da Fazenda de Tapebuçu e da costa marítima, com o monte de São João e a Serra de Iriri, cercados pela mata virgem.

⁸⁶ HACKETHAL, S. Op. cit.

De seu contato com populações indígenas, de uma óbvia necessidade de comunicação e do hábito de fazer registros, típico de um cientista, resultaram glossários sobre línguas de tribos da Bahia, sobre os “selvagens” de Guarapuava, sobre os guaranis, os chanás e, de maior interesse para o Rio Grande do Sul, sobre as línguas dos minuanos e charruas, as únicas de que se tem notícia até hoje.

Como bem observa Barreto, o espólio de Sellow “desafia até hoje a inteligência e a bolsa de um Mecenas rio-grandense inclinado a custear suas cópias microfílmicas⁸⁷”. Um pequeno acréscimo deveria contudo ser feito às palavras do maior conhecedor da bibliografia sul-rio-grandense: é que a obra deste singular viajante-naturalista, embora de fundamental importância para o Rio Grande do Sul, transcende nossas fronteiras, sendo igualmente valiosa para o Uruguai e os estados brasileiros compreendidos entre a Bahia e Santa Catarina.

Sellow foi um dos viajantes-naturalistas do século XIX que por mais tempo permaneceu no Brasil, ultrapassando de longe, neste aspecto, aos famosos Saint-Hilaire, Martius e Spix. Por sua notável contribuição os mais variados setores das ciências naturais, o nome deste corajoso prussiano merece figurar, na primeira fila, entre os grandes responsáveis pelo avanço do conhecimento científico sobre a terra brasileira e ainda está a merecer um biógrafo à altura de luminosa existência.

⁸⁷BARRETO, A. Viajantes estrangeiros no Rio Grande do Sul. *Fundamentos da Cultura Rio-grandense*, Porto Alegre, v. 5, p. 15-48, 1962.

José Newton Cardoso Marchiori e Miguel Antônio Durlo são professores do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

RÉPTEIS VERSUS MAMÍFEROS: uma batalha de 250 milhões de anos

César L. Schultz

***P**ara grande parte das pessoas, parece lógico pensar que os mamíferos, com seus milhares de tipos diferentes, ocupando quase todos os ambientes, predominam sobre os répteis, hoje praticamente restritos às tartarugas, crocodilos, cobras e lagartos. Uma simples contagem do número de espécies existentes em cada grupo revela, entretanto, que esta supremacia não é verdadeira. Ocorre que a idéia comum de que os mamíferos são os senhores do planeta tem um forte componente antropocêntrico: afinal, se nós humanos somos mamíferos, é lógico pensar que este grupo seja melhor ou mais evoluído que os répteis. Segundo alguns, tal afirmativa tem até o respaldo científico, com base na comparação entre aspectos anatômicos de um e de outro. Cabe, então, a pergunta: por que os mamíferos, com todas as suas vantagens, só passaram a ser o grupo dominante após a extinção dos dinossauros?*

O surgimento dos répteis

Um dos principais eventos na história evolutiva dos vertebrados ocorreu com o surgimento do chamado ovo amniótico, no qual o embrião é envolvido por três diferentes membranas, que lhe proporcionam alimentação, respiração e proteção. A novidade permitiu que, a partir daí, a reprodução destes animais pudesse se dar fora da água, ao contrário do que até então ocorria (e até hoje ocorre) com peixes e anfíbios. Os primeiros vertebrados a desenvolver o novo tipo de ovo foram denominados *répteis*, sendo que tudo isto ocorreu na passagem do período Carbonífero Inferior para o Carbonífero Superior, cerca de 340 milhões de anos atrás. Entretanto, dentre os animais atuais, os répteis não são os únicos vertebrados que se reproduzem através de um ovo amniótico. O chamado grupo dos *amniotas* inclui igualmente as aves e os mamíferos.

A época do surgimento dos répteis coincide também com um dos episódios geológicos mais importantes da História da Terra: o momento da união de todas as placas tectônicas em um único Supercontinente, denominado Pangea, que marca o limite entre o Carbonífero Inferior e o Superior (Figura 1). Antes disso, havia uma grande placa ao sul, denominada *Gondwana*, composta basicamente pelas atuais América do Sul, África, Austrália, Antártica e Índia, e várias placas menores ao norte, que foram progressivamente se juntando para formar a chamada *Laurásia*.

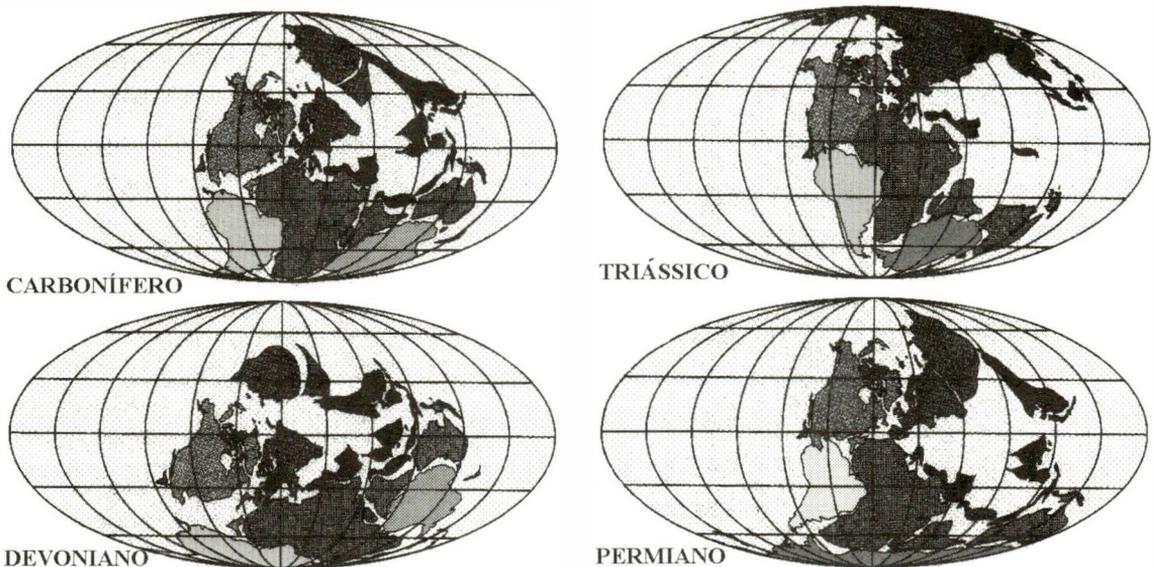


Figura 1. A formação do Pangea. No período Devoniano, a grande placa do sul, chamada Gondwana, estava sobre o Pólo Sul. Com o passar do tempo, deslocou-se para o norte e se juntou às demais placas que ali se aglutinavam, formando assim um único Supercontinente.

Antes do choque da Laurásia com o Gondwana para a formação do Pangea, portanto, havia entre ambas uma área coberta por mar. Isso explica porque os primeiros anfíbios e répteis (que surgiram na Laurásia) não ocorrem em rochas do Gondwana antes do final do Carbonífero: simplesmente não havia como atravessar de uma placa a outra por terra. Além disso, mesmo que a passagem fosse possível, a posição geográfica do Gondwana, muito próxima do Pólo Sul, determinava que as condições climáticas ali existentes fossem muito desfavoráveis para aqueles organismos.

A análise dos fósseis de vertebrados mostra que, no Carbonífero Superior (há mais ou menos 310 milhões de anos atrás e, portanto, na Laurásia), ocorreu uma divisão dos répteis em três grandes grupos: um que iria dar origem – muitos milhões de anos depois – aos mamíferos, um segundo, que deu origem às tartarugas e um terceiro, que originou os demais répteis atuais (cobras, lagartos, crocodilos, etc.) e as aves (Figura 2).

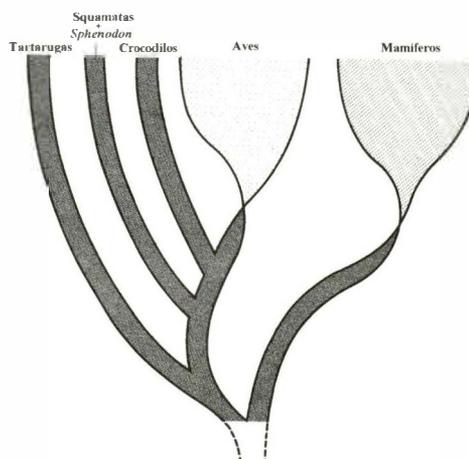


Figura 2. Esquema simplificado mostrando as relações entre os grandes grupos de vertebrados e a separação que existiu, desde o início, entre o grupo que veio dar origem aos mamíferos e os demais. (Modificado de Carroll, 1988).*

* Ver fontes bibliográficas das ilustrações no final do artigo.

Os mamíferos e seus ancestrais (denominados répteis mamalianos) formam o ramo denominado “amniotas mamalianos”, enquanto os demais constituem um grupo denominado “amniotas não-mamalianos”. Este último pode ser subdividido em outros dois, um incluindo as tartarugas e seus ancestrais e outro contendo os crocodilos, aves, cobras, lagartos e seus ancestrais. A característica mais notável que identifica os ancestrais do último subgrupo é a presença, na metade posterior do crânio, de quatro aberturas (duas em cada lado), chamadas fenestras, destinadas à fixação da musculatura responsável pela movimentação da mandíbula. Esta característica determinou que os componentes desse grupo fossem denominados *Diápsidos* (Figura 3c). Já as tartaru-

gas e seus ancestrais, por não possuírem nenhuma abertura no crânio para a fixação de tais músculos, receberam a denominação de *Anápsidos* (Figura 3a). Os répteis mamaliformes e os mamíferos, por seu turno, possuem apenas uma abertura de cada lado do crânio, atrás das órbitas, o que lhes conferiu a denominação de *Sinápsidos* (Figura 3b).

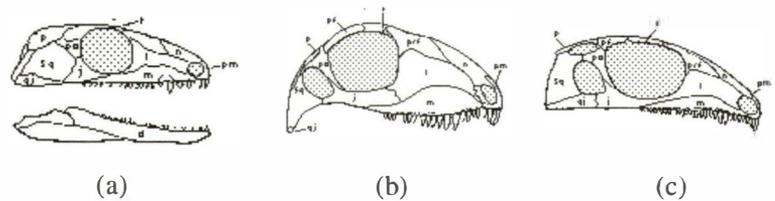


Figura 3. Tipos básicos de crânios de vertebrados.

a) *Anápsido*: sem nenhuma abertura na região posterior (fenestra) para alojar músculos; b) *sinápsido*: com uma fenestra, situada postero-lateralmente; c) *diápsido*: com duas fenestras. (Modificado de Carroll, 1988).

Os mais antigos répteis conhecidos, *Hylonomus* (Figura 4) e *Paleothyris*, eram pequenos, menores que a média dos anfíbios então existentes, mas, à medida em que foram progressivamente aumentando em quantidade e explorando e ocupando o ambiente terrestre, diversificaram-se rapidamente em formas e tamanhos.

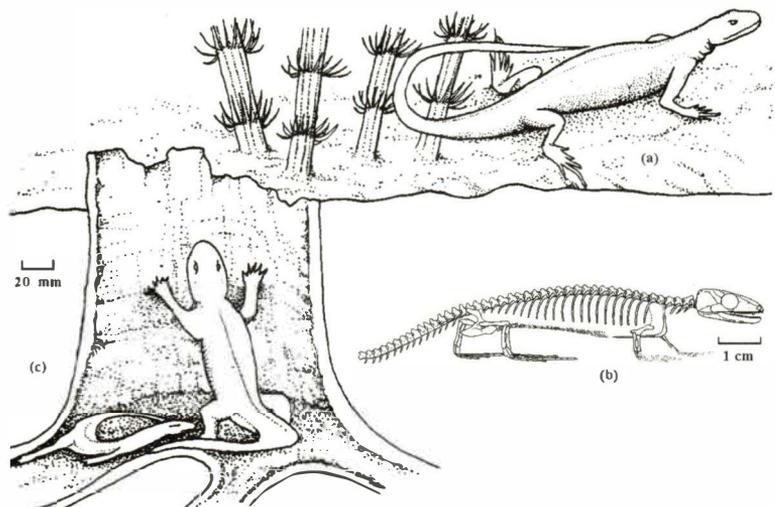


Figura 4. *Hylonomus*, um dos primeiros répteis.

a) Reconstituição; b) esqueleto; c) reconstituição de como foram encontrados os primeiros esqueletos de *Hylonomus* e *Paleothyris*. Ao que tudo indica, os animais ficaram aprisionados ao cair dentro de troncos ocos de árvores mortas. (“a” e “c” modificados de Benton, 1990; “b” modificado de Carroll, 1988).

Os répteis mamaliformes largam na frente

Os mais antigos ancestrais dos mamíferos já são encontrados logo acima das camadas que contêm os primeiros répteis, indicando que a separação entre as duas grandes linhagens se deu quase que imediatamente após o surgimento do ovo amniótico. A passagem dos primeiros répteis para os mamíferos propriamente ditos envolveu, no entanto, drásticas modificações em todas as partes do organismo daqueles. Uma boa parte dessas alterações ficou registrada, direta ou indiretamente, nos fósseis desses animais, de modo que é possível, hoje, tentar reconstituir esta história, que durou cerca de 150 milhões de anos.

Na maior parte desse tempo foram os *sinápsidos* que predominaram amplamente sobre os *diápsidos*, tendo perdido a posição, ironicamente, quando surgiram os mamíferos. A chamada *Subclasse Synapsida* é usualmente dividida em duas ordens que se sucedem temporalmente: a *Ordem Pelycosauria*, que ocorre da base do Carbonífero Superior até o Permiano Superior, e a *Ordem Therapsida*, que surge na metade do Permiano e vai até a metade do Jurássico.

Fragmentos de Pelicossauros (Figura 5) já são encontrados nas primeiras camadas do Carbonífero Superior, sendo que, no final desse período, já constituíam por volta de 50% do conteúdo de répteis existentes nas rochas. Com base nesses materiais, é possível ter uma idéia da forma e das proporções dos animais: lembravam as atuais iguanas no aspecto geral, embora os membros fossem proporcionalmente mais curtos. As proporções, alcançadas entre a metade e o final do Carbonífero Superior, fizeram com que os pelicossauros atingissem praticamente o dobro do tamanho dos demais répteis que com eles coexistiam, e o aumento do tamanho corporal continuou através do Permiano. O crânio tornou-se proporcionalmente maior em relação ao tamanho total, os dentes caninos se acentuaram e os demais dentes também aumentaram de tamanho. A conjunção de mudanças es-

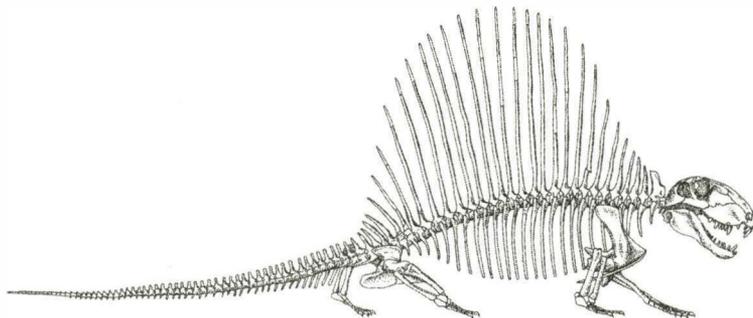


Figura 5. *Dimetrodon*, um típico Pelicossauro do Permiano Inferior da América do Norte, com aproximadamente 3 m de comprimento. (Modificado de Carroll, 1988).

tava relacionada ao surgimento de uma nova e terrível forma alimentar: os pelicossauros se tornaram os primeiros carnívoros (não todos, é verdade, pois algumas formas eram herbívoras).

Mas essas não foram as únicas novidades apresentadas pelos pelicossauros. Várias mudanças ocorreram na forma, tamanho e quantidade de ossos no crânio e mandíbula, e outras tão ou mais espetaculares ocorreram na coluna e nos membros dos animais. As patas se tornaram mais fortes, com áreas maiores e mais complexas para a fixação da musculatura, enquanto as vértebras mudaram de formato para se adequar a um novo arranjo da musculatura do tronco. Por seu turno, as cinturas escapular e pélvica tornaram-se mais solidamente constituídas. Todo esse rearranjo morfológico foi necessário para que os pelicossauros pudessem suportar o progressivo aumento de seu peso corporal. Desse modo, apesar de maiores e mais pesados, os pelicossauros desenvolveram mecanismos que os auxiliaram a melhorar sua capacidade de locomoção, fator fundamental na vida de qualquer animal carnívoro que necessita perseguir e capturar suas presas.

A mais impressionante novidade anatômica apresentada pelos pelicossauros, no entanto, foi o desenvolvimento, em alguns deles, de uma estrutura em forma de leque (ou de uma vela de barco – que lhes valeu o apelido de “répteis à vela”), situada sobre a coluna vertebral e formada pelo alongamento das espinhas neurais das vértebras. As espinhas, bastante alongadas, provavelmente estariam unidas por uma fina membrana de pele contendo um grande número de vasos sanguíneos, cuja função, segundo a maioria dos cientistas, seria a de funcionar como um “coletor solar”, isto é, os pelicossauros, que ainda teriam um metabolismo tipicamente reptiliano (de sangue frio), mediante a orientação adequada de suas “velas”, poderiam se aquecer ao sol muito mais rapidamente que os demais répteis. Esta adaptação se torna duplamente interessante se lembrarmos o fato de que eles eram muito maiores que os outros répteis (portanto, tinham um volume corporal maior para ser aquecido) e que as áreas habitadas pelos mesmos no Carbonífero e Permiano eram florestas de clima relativamente frio. Nessas condições, com a chegada da noite, todos os répteis daquela época, tal como fazem os atuais, deveriam restringir sua atividade metabólica a um nível mínimo, aguardando pelo sol do dia seguinte para retomar seu ritmo normal. Os pelicossauros, em função de seus “coletores solares” conseguiriam atingir o ponto ideal de temperatura provavelmente *antes* dos demais, o que lhes conferiria (especialmente aos carnívoros) uma enorme vantagem no momento de sair à procura de suas presas, as quais estariam apenas começando a sair de sua letargia noturna.

Os pelicossauros, portanto, foram o grupo dominante de répteis terrestres durante todo o Carbonífero Superior e o Permiano Inferior, perfazendo um total de aproximadamente 70 milhões

de anos, sendo os seus restos encontrados em rochas da América do Norte e Europa (que formavam a porção oeste da antiga Laurásia), com alguns registros ainda no sul da África e na Rússia.

A ascensão dos terápsidos

O choque do Gondwana com a Laurásia, como já vimos, marca o limite entre o Carbonífero Inferior e o Superior. Após o choque, devido ao maior tamanho do Gondwana, que se deslocava de sul para norte, todo o Pangea moveu-se lentamente para Norte, até parar completamente no final do Permiano, numa posição em que o Equador praticamente dividia ao meio as massas de terra. Como decorrência dessa movimentação, a porção sul do supercontinente (o Gondwana), que antes se encontrava próxima ao pólo sul, foi-se afastando lentamente da região polar. Em consequência, o clima predominante nesta região do Pangea alterou-se de modo gradativo, passando de um padrão glacial com grandes geleiras no Permiano Inferior (as marcas da passagem das geleiras podem ser encontradas em vários locais, inclusive no Rio Grande do Sul, nos municípios de Cachoeira do Sul e São Gabriel) para outro mais quente e seco no Permiano Superior. As mudanças climáticas corresponderam também a uma mudança faunística, com o declínio dos pelicossauros e a ascensão de um outro grupo de répteis mamaliformes, que manteve o domínio dos sinápsidos: os *terápsidos*.

Alguns restos muito fragmentários atribuídos a terápsidos foram encontrados em camadas do final do Permiano Inferior (260 m.a.) nos Estados Unidos, mas os restos mais antigos que podem com certeza ser atribuídos a este grupo pertencem às camadas basais do Permiano Superior da Rússia Européia. Nelas já são encontrados vários tipos de terápsidos diferentes, o que sugere que o grupo deveria existir há um bom tempo, mas seu registro fóssil não ficou preservado ou não foi ainda descoberto. Os primeiros terápsidos eram bastante diferentes dos pelicossauros e as relações de origem e parentesco entre os grupos, um tanto controversas.

Os mais antigos terápsidos coexistiram no tempo com os últimos pelicossauros, mas foram encontrados em localidades geográficas diferentes, o que sugere que deveriam ter hábitos de vida bastante distintos.

Os terápsidos podem ser divididos em *primitivos* e *avançados*, sendo que, em ambas as divisões, existem tanto formas carnívoras quanto herbívoras. Dentre os carnívoros primitivos, podemos citar *Biarmosuchus*, do Permiano Superior da Rússia (Figura 6), cujo crânio guarda ainda muita semelhança com o dos pelicossauros. Na região do palato (Figura 6b), os ossos palatinos (pa) e pterigóides (pt) apresentam-se arqueados medialmente,

sugerindo já uma estreita passagem de ar acima do palato. Entre os herbívoros, um dos mais conhecidos é *Moschops*, que ocorria na África do Sul (Figura 7) e alcançava um comprimento de mais de três metros. Os chamados terápsidos avançados – que são os que nos interessam mais diretamente porque ocorrem nas camadas sedimentares do Rio Grande do Sul – dividem-se em *anomodontes* (herbívoros) e *theriodontes* (carnívoros).

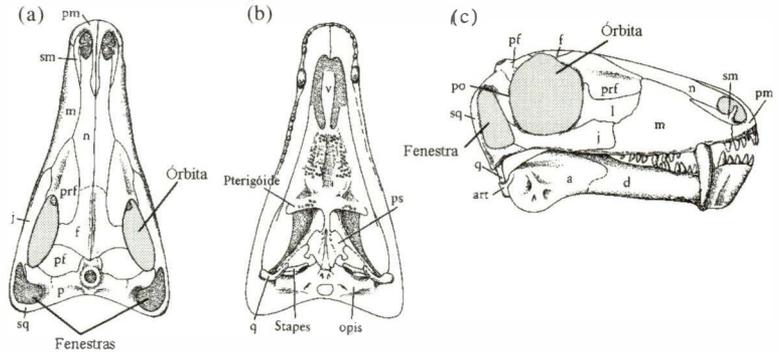


Figura 6. Crânio de *Biarmosuchus*, um dos primeiros terápsidos carnívoros. a) Vista dorsal; b) vista palatal; c) vista lateral. (Modificado de Carrol, 1988).

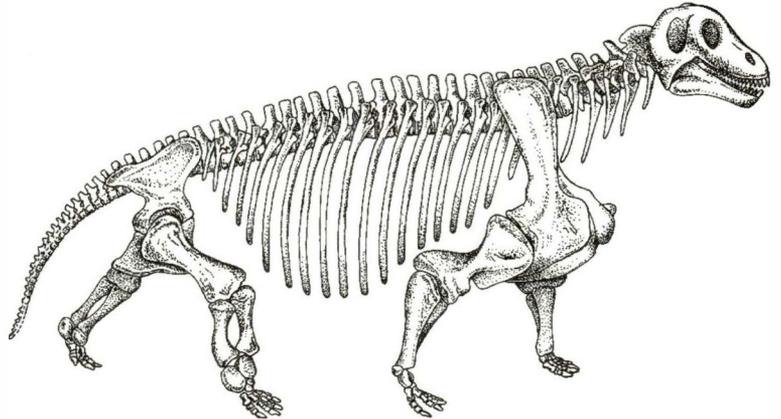


Figura 7. Esqueleto de *Moschops*, um dos primeiros terápsidos herbívoros, com aproximadamente 5m de comprimento. (Modificado de Carrol, 1988).

Dentre os anomodontes, o grupo mais importante é o dos *dicinodontes*, representados no Rio Grande do Sul, entre outros, por *Dinodontosaurus* e *Stahleckeria* (Figura 8a,b). Os dicinodontes constituíram o mais abundante grupo de herbívoros entre o final do Permiano e o terço inferior do Triássico, refletindo, por sua ampla distribuição geográfica e pouca variação morfológica, a situação de uniformidade climática e continuidade territorial que se instalou no planeta a partir da formação do Pangea. O nome dicinodonte reflete o estágio final de uma tendência evolutiva

apresentada pelos componentes do grupo no sentido de uma progressiva redução dentária, culminando com o desaparecimento de todos os dentes, exceto os dois caninos superiores (*di* = dois + *cino* = cão + *odontos* = dentes) ou mesmo destes, em algumas formas mais avançadas. Os ossos onde deveriam estar os dentes – maxilas (m), premaxilas (pm) e dentário (d) – apresentam-se intensamente vascularizados, tal como se observa em tartarugas e aves, sugerindo que, também nos dicinodontes, uma cobertura córnea estivesse presente.

Os primeiros dicinodontes, no final do Permiano, eram formas pequenas. Tinham o corpo e as patas curtos e fortes, cuja morfologia sugere hábitos escavadores, como o das atuais toupeiras. Já as formas do Triássico Médio podiam atingir por volta de quatro metros de comprimento e pesar cerca de uma tonelada, possuindo uma postura esquelética curiosa, na qual os membros posteriores posicionavam-se erguidos e praticamente paralelos ao plano de simetria do corpo, enquanto os anteriores, ao contrário, ficavam bem abertos em relação ao volumoso tronco, com o úmero – curto e muito alargado – posicionado praticamente na horizontal. As unhas das patas, grandes e achatadas, indicam que estes animais mantiveram a aptidão, presente em seus ancestrais permianos, para escavar o solo, agora não mais para viver sob a terra, mas ainda para procurar ali o seu alimento.

Em termos de pós-crânio, os dicinodontes não apresentaram mudanças significativas no que se refere a incrementos no processo de locomoção. No crânio, entretanto, algumas feições morfológicas são dignas de registro, especialmente no que concerne ao hábito herbívoro. Os dicinodontes diferem dos anomodontes primitivos pelo alongamento da região temporal e aumento da área do osso esquamosal (Figura 9d), resultando na formação

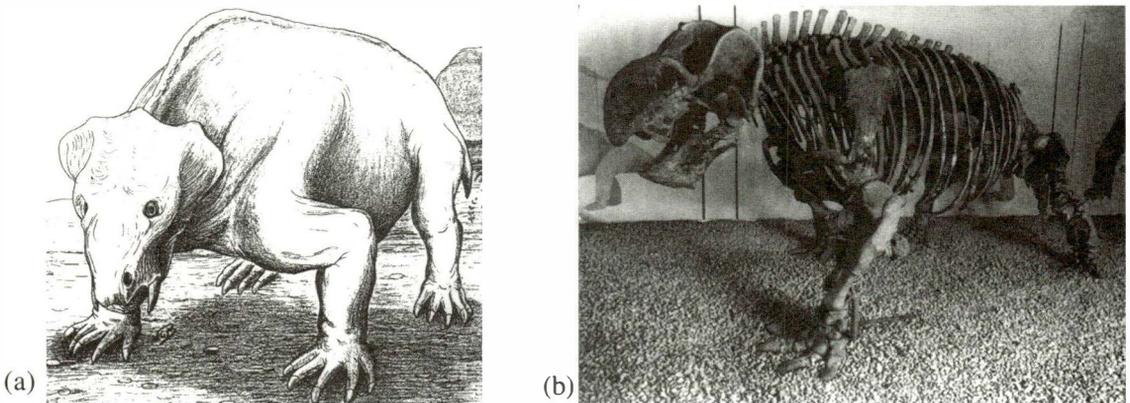


Figura 8. Dicinodontes do Triássico do Rio Grande do Sul.
a) Reconstituição de *Dinodontosaurus* (Desenho de M.C. Barberena); b) esqueleto de *Stahleckeria*, em exposição no Museu de Tübingen, Alemanha, com cerca de três metros e meio de comprimento. (Modificado de Westphal, 1988).

de uma larga e forte aba óssea na região postero-lateral do crânio, com o aspecto de uma “orelha” óssea. Todo esse reforço na estrutura, especialmente na região posterior do crânio, sugere que ali deveriam ocorrer grandes esforços, provavelmente relacionados à mastigação. No mesmo sentido, as avantajadas fenestras indicam a presença de uma grande massa muscular. A “prioridade” referente ao reforço da estrutura craniana envolveu até mesmo a participação do osso da columela (*stapes*), o qual, na maioria dos tetrápodes, não é fixo e funciona como transmissor das vibrações sonoras entre o tímpano e o ouvido interno.

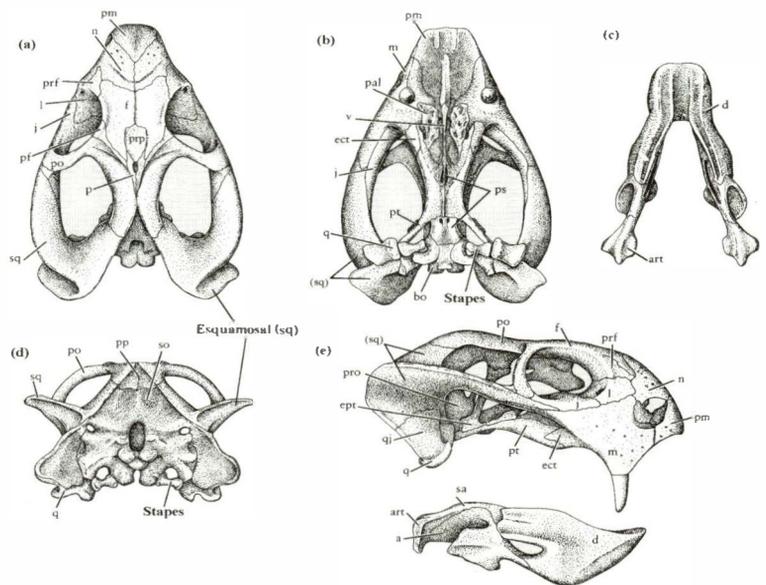


Figura 9. Morfologia do crânio e da mandíbula de um dicinodonte típico. a) Crânio em vista dorsal; b) crânio em vista ventral; c) mandíbula em vista dorsal; d) crânio em vista posterior; e) crânio e mandíbula em vista lateral. Escala aproximada x 1/5. (Modificado de Carrol, 1988).

Desse modo, a audição dos dicinodontes deveria ser bastante rudimentar e estaria restrita apenas aos sons mais intensos e de baixa frequência.

O palato apresenta características avançadas, iniciando pela sutura firme entre os pterigóides (pt) e o neurocrânio, sem o contato móvel que existia entre os anomodontes primitivos. Além disso, as premaxilas (pm), maxilas (m) e palatinos (p) já formam um longo palato secundário, permitindo separar a respiração da alimentação dentro da boca. A mecânica de movimentação antero-posterior da mandíbula, um dos aspectos mais interessantes da

morfologia funcional dos dicinodontes (Figura 10a-d), destinava-se a promover o corte dos caules e folhas de vegetais que lhes serviam de alimento, num movimento parcialmente semelhante ao que fazem hoje muitos roedores. Entretanto, tendo em vista que os dentes foram sendo progressivamente eliminados ao longo da evolução do grupo no triássico, os dicinodontes não promoviam a trituração dos alimentos – como fazem os roedores – mas somente o corte dos mesmos em partes cada vez menores, por meio do contato entre as bordas afiadas das coberturas córneas que existiam nas porções anteriores do crânio e da mandíbula. Para permitir o funcionamento deste inédito padrão de mastigação, muito mais eficiente do que qualquer outro até então existente, foi determinante o desenvolvimento de um crânio mais sólido e robusto, especialmente na região posterior, onde se fixava toda a musculatura que “puxava” a mandíbula para trás após o fechamento da boca. É interessante observar que, tanto entre os dicinodontes primitivos, que eram pequenos, provavelmente fósso-riais e providos de dentes, quanto entre os avançados, que perderam os dentes, aumentaram muito de volume e já não se enter-ravam, o padrão de movimentação da mandíbula e a morfologia geral do crânio não se alteraram em mais de vinte milhões de anos ao longo dos quais este grupo existiu.

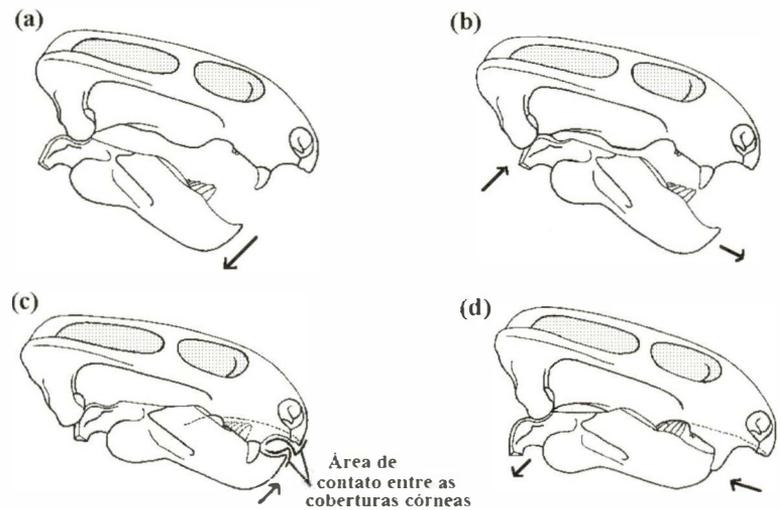


Figura 10. A complexa movimentação da mandíbula dos dicinodontes. a) Início da abertura da boca, a articulação da mandíbula encontra-se na posição 1; b) com a boca aberta, a mandíbula desliza para a frente e a articulação passa para a posição 2; c) mantendo a articulação na posição 2, a boca se fecha, proporcionando o contato cortante entre os bordos anteriores da maxila e mandíbula; d) a mandíbula desliza para trás, voltando à posição 1. Nesse movimento, ocorre o atrito entre os bordos laterais da maxila e mandíbula, proporcionando também o corte do alimento. (Modificado de Carrol, 1988).

No Rio Grande do Sul ocorrem abundantes registros de dicinodontes, especialmente entre as cidades de São Pedro do Sul e Mata, na região denominada Chiniquá, e nas cercanias do município de Candelária. Num dos afloramentos dessa última área foram descobertos os restos de dez filhotes de *Dinodontosaurus*, todos do mesmo tamanho e embolados de tal forma que se torna impossível separá-los um a um (Figura 11). Esta ocorrência abre espaço para algumas especulações interessantes, tais como: por que dez filhotes, longe de serem recém-nascidos, estavam ainda juntos em um mesmo local? Fariam parte de uma mesma ninhada e morreram todos juntos, vitimados por alguma catástrofe? Isto já poderia ser um indício de que estes animais, tal como fazem hoje os mamíferos, já andavam em grupos e tinham cuidados com a prole, que permanecia unida por um bom tempo após o nascimento? Como vimos, os dicinodontes fazem parte do ramo evolutivo que deu origem aos mamíferos, mas pouco se pode dizer quanto aos seus hábitos de vida ou modo de reprodução. Até o momento, apesar da grande quantidade e distribuição geográfica destes animais, não foram encontrados ovos fossilizados, mas também não existe qualquer evidência de que já fossem vivíparos.

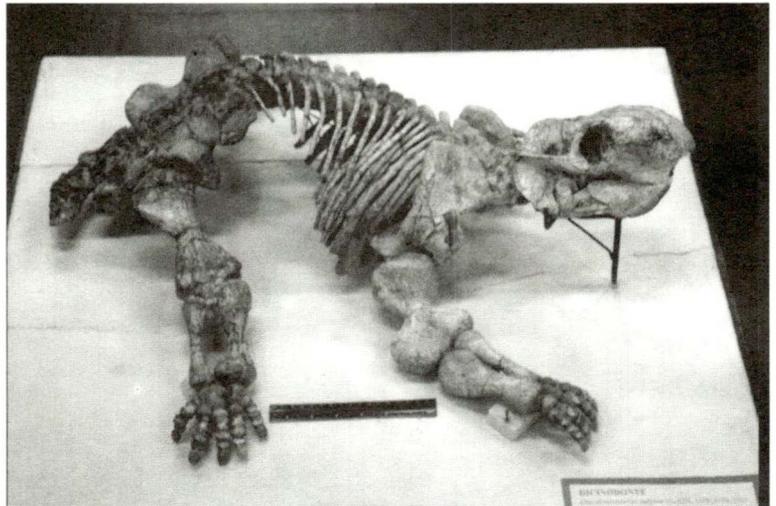


Figura 11. Um dos dez filhotes de *Dinodontosaurus* encontrados juntos nas camadas triássicas do Rio Grande do Sul. (Foto do autor).

Os terápsidos carnívoros avançados e a origem dos mamíferos

Entre os estudiosos da evolução não existe nenhuma dúvida de que os mamíferos se originaram dos terápsidos carnívoros avançados, representados pelos *gorgonópsios*, *terocefálios* e

cinodontes, todos provavelmente derivados de formas primitivas que deviam se assemelhar a *Biarmosuchus* (ver Figura 6).

Os gorgonópsios, como *Lycaenops* (Figura 12), viveram apenas no final do Permiano Superior, sendo seus restos encontrados principalmente na África do Sul e na Rússia. Possuíam um crânio grande e maciço, que chegava a 45 cm em algumas formas, e caninos muito desenvolvidos. Existem descritos mais de vinte gêneros, o que faz dos gorgonópsios os principais carnívoros do final do Permiano. O esqueleto pós-craniano lembra superficialmente o de muitos mamíferos atuais, mas a postura dos membros anteriores era ainda primitiva, com o úmero posicionado horizontalmente.

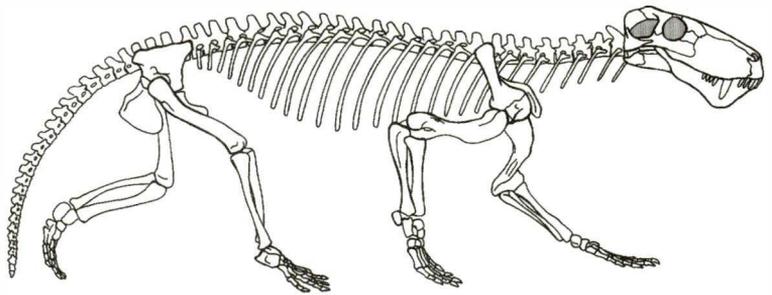


Figura 12. Esqueleto de *Lycaenops*, um dos mais conhecidos gorgonópsios, com cerca de 1m de comprimento. (Modificado de Carrol, 1988).

Também no final do Permiano, conforme registros na Rússia e na África do Sul, surgiram os mais avançados de todos os terápsidos carnívoros: os terocefálios e os cinodontes. A origem e as eventuais relações entre estes dois grupos ainda não estão bem determinadas, mas ambos parecem ter evoluído separadamente a partir dos terápsidos carnívoros primitivos.

Os terocefálios foram muito mais diversificados do que os gorgonópsios, pois incluíam entre seus membros formas pequenas (provavelmente insetívoras), alguns herbívoros (Figura 13a,b) e grandes carnívoros (Figura 13c,d). Ultrapassaram o limite Permiano-Triássico, sendo seus restos conhecidos na China, Antártica, Rússia e África.

Tal como os gorgonópsios, os terocefálios tinham crânios massivos e caninos proeminentes. Um palato secundário quase completo já estava presente e, nas formas herbívoras, os dentes pós-caninos possuíam coroas alargadas para moer e triturar alimentos, à semelhança do que se observa nos mamíferos herbívoros. O pós-crânio tinha uma estrutura mais leve, com membros relativamente longos, costelas lombares reduzidas e cauda muito encurtada.

Embora gorgonópsios e terocefálios possuam algumas características que inegavelmente os aproximam dos mamíferos,

não há como negar que, na morfologia geral, os *cinodontes* (Figura 14), que também surgiram no final do Permiano, são os ancestrais mais próximos daqueles, não só pelas características osteológicas mas, principalmente, pelos aspectos metabólicos que se pode inferir a partir da observação dos ossos.

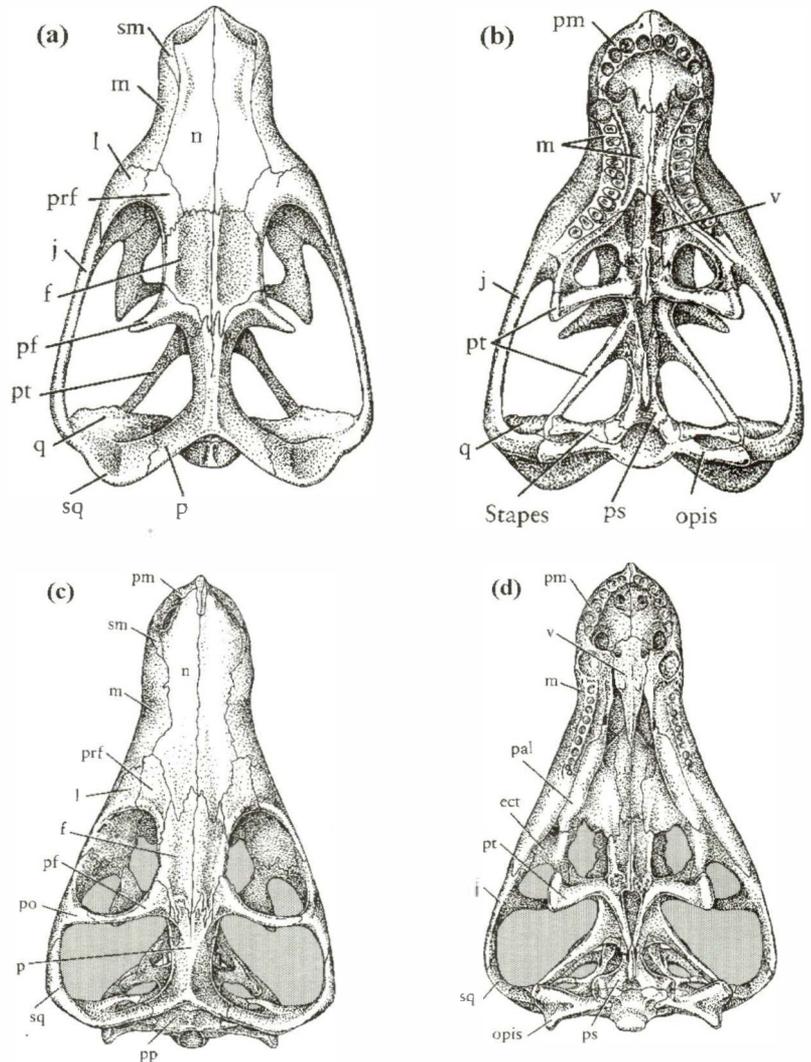


Figura 13. A diversidade dos terocefálios:

a) e b) crânio de *Bauria*, uma forma herbívora, em vistas dorsal e ventral, respectivamente, escala aproximada x 1/4; c) e d) crânio de *Regisaurus*, uma forma carnívora, também em vistas dorsal e ventral, escala aproximada x 1/5. (Modificados de Carroll, 1988).

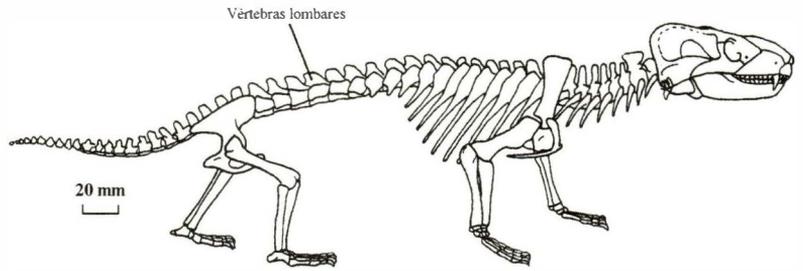


Figura 14. *Thrinaxodon*, um dos mais conhecidos cinodontes. (Modificado de Carrol, 1988).

Atualmente, tendemos a pensar no tamanho do cérebro e na reprodução placentária como os principais diferenciais entre os mamíferos e os outros vertebrados. Entretanto, estas características só surgiram muito mais tarde na evolução do grupo. Um outro fator, muito mais relevante, e que teve seu início com os cinodontes, ainda no Permiano, refere-se à alta taxa metabólica dos mamíferos, que faz com que necessitem de até dez vezes mais comida e oxigênio que répteis atuais de mesmo tamanho. O alto custo energético é compensado pela possibilidade de manter uma temperatura interna alta e constante, independente das oscilações do meio.

Um metabolismo desse tipo implica mudanças significativas em todo o organismo, a começar pelos músculos, onde a troca das reações anaeróbicas – típicas dos répteis – por oxidantes (e aí a necessidade de uma respiração mais eficiente) permite que os músculos dos mamíferos trabalhem por longos períodos a plena força, ao contrário dos répteis, que, após um período de esforço – no máximo 1 ou 2 minutos – quedam-se prostrados por várias horas devido ao acúmulo de ácido láctico nos tecidos musculares.

Sendo assim, quanto mais um esqueleto fóssil apresentar postura ereta (como a dos mamíferos) e membros e articulações com capacidade de executar movimentos coordenados de passo e mesmo de corrida (como os dos mamíferos), devemos concluir que os músculos daquele animal deveriam estar mais adaptados para manter este esqueleto em movimento, provavelmente por longos períodos de tempo (como os mamíferos). A análise dos esqueletos pós-cranianos nos mostra então que: os biarmossuquídeos já deviam ter uma taxa metabólica mais alta que a dos pelicossauros e outros amniotas primitivos; os gorgonópsios deviam tê-la mais alta que os biarmossuquídeos; os terocéfalios a teriam ainda mais alta que os gorgonópsios; e os cinodontes já eram virtualmente indistinguíveis dos mamíferos. Uma evidência osteológica neste sentido é dada pela comparação entre os tecidos ósseos dos dois grupos, especialmente nas extremidades dos ossos longos, próximo às articulações. Cinodontes e mamíferos apresentam um padrão praticamente idêntico, onde se salienta a intensa vascularização do tecido ósseo, indicando intensa atividade metabólica.

Para manter esse sistema em funcionamento, é necessário um alto – e constante – consumo de energia, ou seja, o animal precisará ingerir mais alimento e, especialmente, transformá-lo em energia de modo mais rápido. Em outras palavras, a sua digestão terá de ser mais eficiente, sob pena de causar um colapso energético. Uma maneira de acelerar o processo digestivo é fazer com que os alimentos cheguem ao estômago nas menores dimensões possíveis, pois assim serão mais rapidamente decompostos em seus componentes químicos essenciais. Para isso, é fundamental o trabalho desempenhado pelos dentes. Os cinodontes, tal como os mamíferos, apresentavam nítida diferenciação dentária, tendo os incisivos, caninos e pós-caninos formas complexas e funções específicas e bem definidas no processamento do alimento. Mudanças na forma e na função dos dentes, no entanto, não seriam por si só suficientes se não fossem acompanhadas de um incremento na musculatura responsável pelo movimento da mandíbula, que se tornou mais complexo.

Por outro lado, a necessidade de mais alimento era acompanhada, como já vimos, da necessidade de mais oxigênio, isto é, a respiração tinha de ser mais rápida e mais eficiente. Desse modo, tornar a respiração independente da deglutição – a função do palato secundário – foi outro importante (e necessário) processo evolutivo que se iniciou com os sinápsidos primitivos, mas que se consolidou definitivamente com os cinodontes.

Os primeiros cinodontes, encontrados no Permiano Superior da Rússia e África do Sul, foram os *procynosuquídeos*, representados por *Procynosuchus* (Figura 15). Possuíam um palato secundário bem desenvolvido e dentes pós-caninos complexos. En-

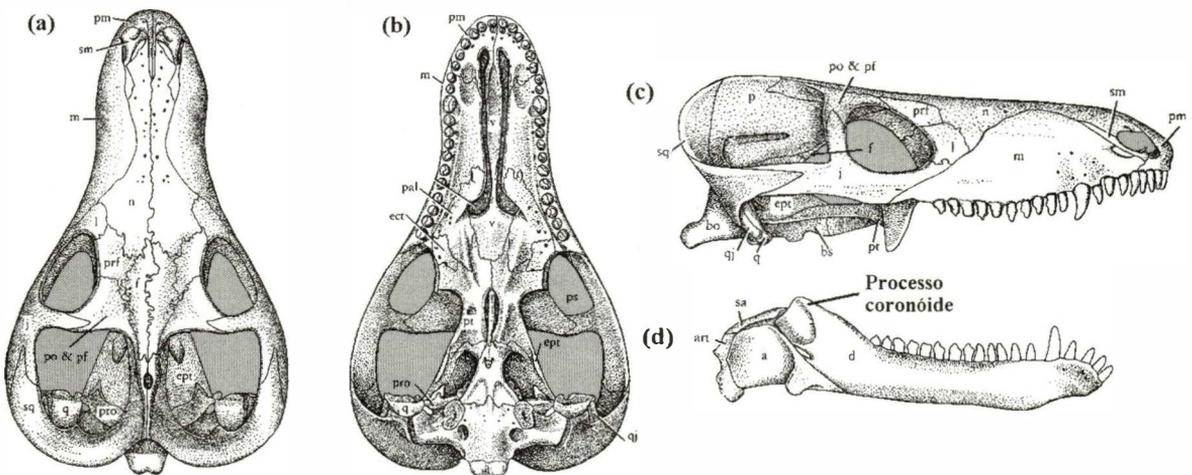


Figura 15. *Procynosuchus*, um dos mais antigos cinodontes: a) vista dorsal; b) vista ventral; c) vista lateral; d) vista interna da mandíbula. Escala aproximada x 1/4. (Modificado de Carrol, 1988).

tretanto, não havia ainda oclusão e desgaste entre os dentes superiores e inferiores, sendo que todos eram continuamente repostos, à maneira da maioria dos répteis. Mudanças na mandíbula e região temporal indicam um estágio inicial de reorganização da musculatura mandibular na direção de um padrão de mamífero (Figura 16).

As aberturas temporais são enormes, indicando a presença de poderosos músculos. Diferentemente dos outros grupos de terápsidos, a barra temporal inferior, ou *arco zigomático*, estende-se lateralmente, de modo que o crânio fica bem mais largo que a mandíbula. A extensão lateral permitiu a inserção de novos grupos musculares na superfície lateral da mandíbula, aumentando a força e a precisão da mordida. O dentário apresenta, em correspondência, um processo coronóide alto, com recesso lateral para a fixação dessa nova musculatura.

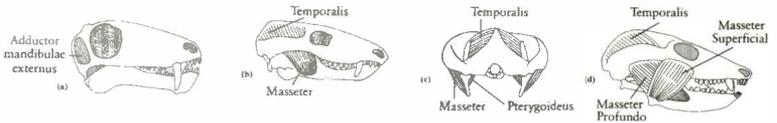


Figura 16. Evolução da musculatura relacionada ao fechamento da mandíbula. a) Em *Biarmosuchus*, existe apenas um músculo, que se fixa à porção posterior da mandíbula; b) e c) nos cinodontes primitivos como *Thrinaxodon*, o arco zigomático se expande lateralmente e o músculo se divide, sendo que a porção mais superficial do mesmo (*Masseter*) se fixa agora à face lateral da mandíbula; d) nos cinodontes mais avançados como *Probainognathus*, o próprio *Masseter* se divide em dois, de modo a expandir anteriormente a área de atuação. (Modificado de Carrol, 1988).

Os procinossuquídeos foram sucedidos, no início do Triássico, pelos *Galessaurídeos*, sendo *Thrinaxodon* (Figura 17) o mais conhecido deles.

Na comparação com *Procynosuchus*, o palato secundário de *Thrinaxodon* já era mais solidamente ossificado e a dentição mais complexa. Os pós-caninos possuíam coroas lateralmente comprimidas e marcadas por uma série de cúspides alinhadas, mas ainda não havia um padrão definido de oclusão dentária e os dentes continuavam a ser regularmente substituídos. A mandíbula, formada quase em sua totalidade pelo dentário, possuía um processo coronóide tão alto que ultrapassava a altura do arco zigomático. Os ossos quadrado e quadradojugal ainda participavam da articulação com a mandíbula, mas eram bastante reduzidos e posicionavam-se frouxamente encaixados numa reentrância existente na base do esquamosal.

Concomitantes às mudanças desenvolvidas no crânio, *Thrinaxodon* também mostra os estágios iniciais de importantes mudanças no esqueleto pós-craniano, entre as quais se encontra o desenvolvimento do complexo atlas-axis (Figura 18), que regula as possibilidades de movimento entre o pescoço e o crânio. Nos diápsidos e nos sinápsidos primitivos, os movimentos da cabeça

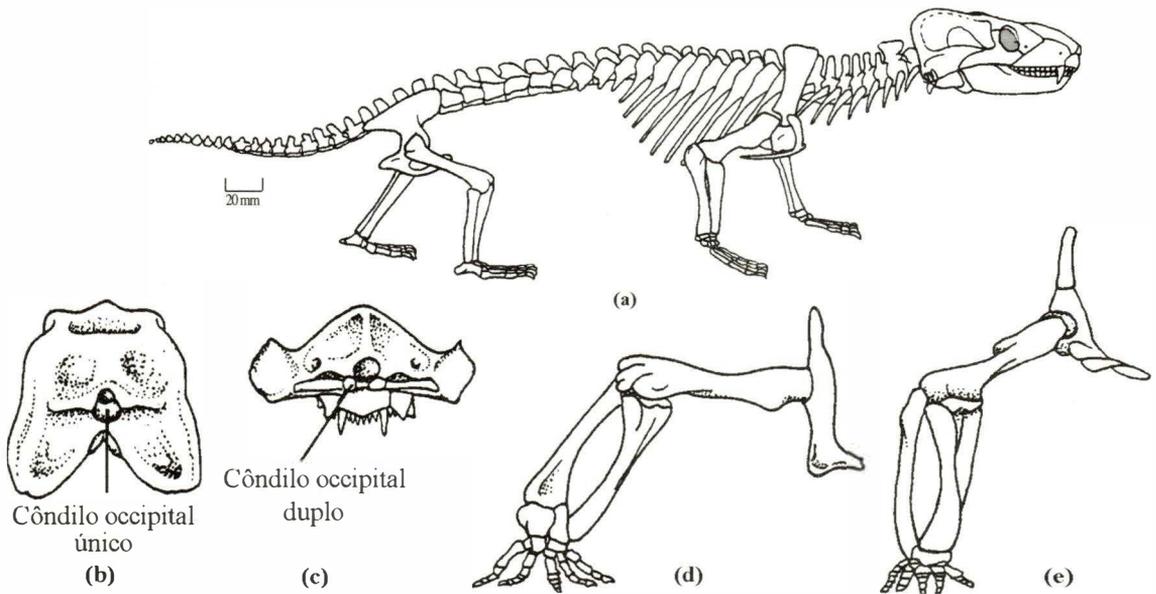


Figura 17. *Thrinaxodon* e a evolução rumo aos mamíferos.

a) Esqueleto mostrando a redução das costelas na região lombar, onde nos mamíferos se localiza o diafragma. Esta modificação morfológica é importante tanto para a respiração quanto para a reprodução dos mamíferos; b) crânio de Pelicossauro em vista posterior, apresentando um único côndilo (condição primitiva); c) crânio de *Thrinaxodon* em vista posterior, mostrando os dois côndilos articulares, condição avançada típica de mamífero, ligada ao desenvolvimento do complexo atlas-axis; d) pata traseira de pelicossauro, ainda com postura primitiva; e) pata traseira de *Thrinaxodon*, capaz de realizar o movimento de passo, característico dos mamíferos, sem oscilação lateral do corpo. (Modificado de Carroll, 1988).

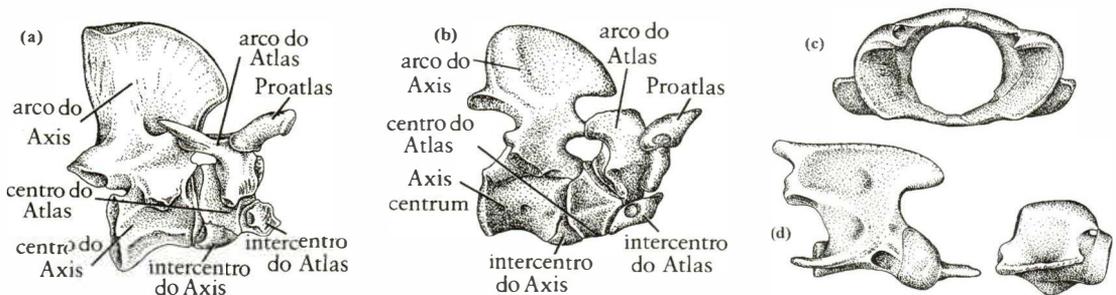


Figura 18. A evolução da articulação entre o crânio e o pescoço nos sinápsidos.

a) Nos pelicossauros, havia possibilidade de movimentação vertical entre a primeira vértebra (atlas) e a segunda (axis), porém a maior parte do movimento, especialmente a rotação da cabeça, se dava entre o crânio, que possuía um único côndilo occipital, redondo, e o atlas. b) Em *Thrinaxodon*, a articulação entre o atlas e o axis se simplifica, permitindo algum movimento de rotação, enquanto que, com a divisão do côndilo occipital em duas partes, o movimento entre o atlas e o crânio se torna agora predominantemente vertical. c) Num mamífero atual, o atlas gira quase livremente ao redor de um processo anterior do axis, permitindo nesse ponto o movimento de rotação da cabeça. Já o encaixe entre o atlas e os côndilos, ainda mais afastados que em *Thrinaxodon*, concentra ali todo o movimento vertical. (Modificado de Carroll, 1988).

(de rotação e de flexão para cima e para baixo) concentravam-se em um único ponto, entre o crânio e a primeira vértebra, característica morfológica com alguns inconvenientes na medida em que o côndilo occipital do crânio pode pressionar a medula, especialmente durante a flexão vertical. Com a divisão do côndilo em duas partes, a medula passa *entre* eles durante o movimento de flexão, sem ser pressionada, ampliando as possibilidades desse movimento. Por outro lado, esta mudança praticamente acaba com a possibilidade de rotação da cabeça. Para compensar a perda, houve a simplificação do encaixe entre o atlas e o axis, de modo que todo o movimento de rotação passou a ser realizado entre as duas vértebras.

Outra mudança morfológica iniciada com os cinodontes foi a troca da ondulação lateral da coluna durante a marcha, típica dos répteis, pela flexão no plano vertical, característica dos mamíferos. Esta transformação está intimamente relacionada com a modificação da postura dos membros, já citada (Figura 17d,e), e implica total reformulação nas posições das áreas de encaixe entre as vértebras, ao longo de toda a coluna. A nova forma de movimentar a coluna e os membros, todos paralelos ao plano sagital do corpo, ficou tão profundamente marcada nos mamíferos que, mesmo naqueles que adquiriram posteriormente hábitos aquáticos e formas hidrodinâmicas (baleias, golfinhos, etc.) e passaram a usar a cauda como meio de propulsão, como os peixes, o movimento da coluna e da cauda continua sendo vertical, ao invés de voltar a ser lateral como na origem dos vertebrados.

Outra consequência das mudanças estruturais, nos cinodontes e posteriormente nos mamíferos, foi a diminuição da importância da cauda como fator de equilíbrio durante a marcha. Nos répteis (incluindo os dinossauros – os primeiros bípedes), enquanto a coluna ondula para um dos lados, a cauda, geralmente longa e pesada, ondula para o outro, de modo a equilibrar os esforços a proporcionar um movimento harmônico. Nos cinodontes e mamíferos a função de “contrapeso” passa a ser desnecessária (existem exceções, como os guepardos, que usam suas caudas longas e grossas para ajudar a estabilizar o corpo e fazer curvas “fechadas” quando em perseguição a uma presa) e por isso a cauda encurtou e tornou-se mais fina.

Os cinodontes foram também os primeiros sinápsidos a apresentar uma clara diferenciação entre as regiões torácica e lombar do tronco, mudança diretamente relacionada ao incremento da atividade respiratória decorrente das altas taxas metabólicas. Nos répteis, a expiração do ar se dá mediante a compressão dos pulmões por meio da musculatura torácica. Quando a pressão muscular é relaxada, os pulmões voltam ao seu tamanho normal entrando o ar. Nos mamíferos, o diafragma atua na respiração contraindo e relaxando o abdômen, fazendo com que a quantidade de ar inspirado seja muito maior do que nos répteis. Para que a

movimentação do abdômen fosse possível foi necessária a redução das costelas naquela região do tronco. Por outro lado, tal redução poderia causar um enfraquecimento da estrutura de sustentação do corpo, situação compensada com a formação de uma rígida “placa costal” resultante da expansão lateral e imbricação das curtas costelas lombares. Desse modo, esta região da coluna não possuía praticamente nenhum movimento vertical ou lateral, mas podia sustentar o peso do abdômen sem vergar ou romper. A falta de movimento seria problemática num animal rastejante, mas não trazia prejuízos para animais que já adotavam a postura ereta.

Finalmente, a liberação da área do abdômen propiciou também aos mamíferos (e, quem sabe, aos cinodontes?) o espaço necessário para abrigar, dentro do próprio corpo das fêmeas, os filhotes em gestação, que (também eles com altas taxas metabólicas) podiam, desse modo, receber o suprimento constante de alimento e manter a temperatura inalterada de que necessitavam.

Os cinodontes foram progressivamente se diversificando ao longo do Triássico, especialmente em função da complexificação das funções dos dentes, que propiciou a existência de uma ampla variedade de hábitos alimentares entre os componentes do grupo. Nos cinodontes, pela primeira vez na história dos vertebrados, passou a existir uma clara diferenciação de forma e função entre os dentes incisivos, caninos e pós-caninos. Nos últimos, desenvolveu-se um inédito sistema de encaixe e atrito entre os dentes maxilares e mandibulares, de modo a permitir a trituração e a moagem dos alimentos, que podiam, assim, ser mais rapidamente absorvidos pelo organismo. Em consequência, os dentes passaram a ser permanentes ao longo da vida do animal, pois a reposição já não podia mais ser contínua, como a dos répteis. Ao mesmo tempo, a diferenciação dentária abriu a possibilidade, para várias espécies de cinodontes, de utilizarem uma variada gama de alimentos para sua subsistência, ou seja, surgiram os primeiros vertebrados onívoros da história. No Rio Grande do Sul, *Exaeretodon* (Figura 19), que

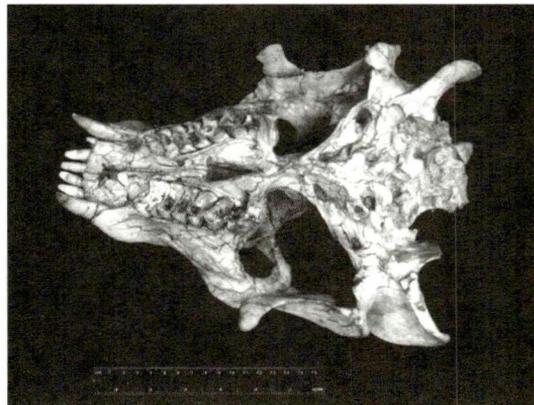


Figura 19. Crânio de *Exaeretodon*, proveniente de Candelária, RS, mostrando a diferenciação dentária característica dos cinodontes onívoros. (Foto do autor).

ocorre nos níveis superiores da formação Santa Maria e está representado por restos excepcionalmente bem preservados, é um bom exemplo deste tipo de dentição. Mesmo nos cinodontes carnívoros, nos quais não existiam dentes molariformes trituradores, os pós-caninos também foram se tornando progressivamente mais sofisticados, com o surgimento de diferentes padrões de cúspides alinhados com funções de corte cada vez mais eficientes.

Dentre as várias famílias de cinodontes (Figura 20), a que apresenta a morfologia geral mais parecida com a dos mamíferos (Trithelodontidae ou Ictidosauria) é composta por formas carnívoras pequenas e delicadas. Nestas, encontra-se claramente

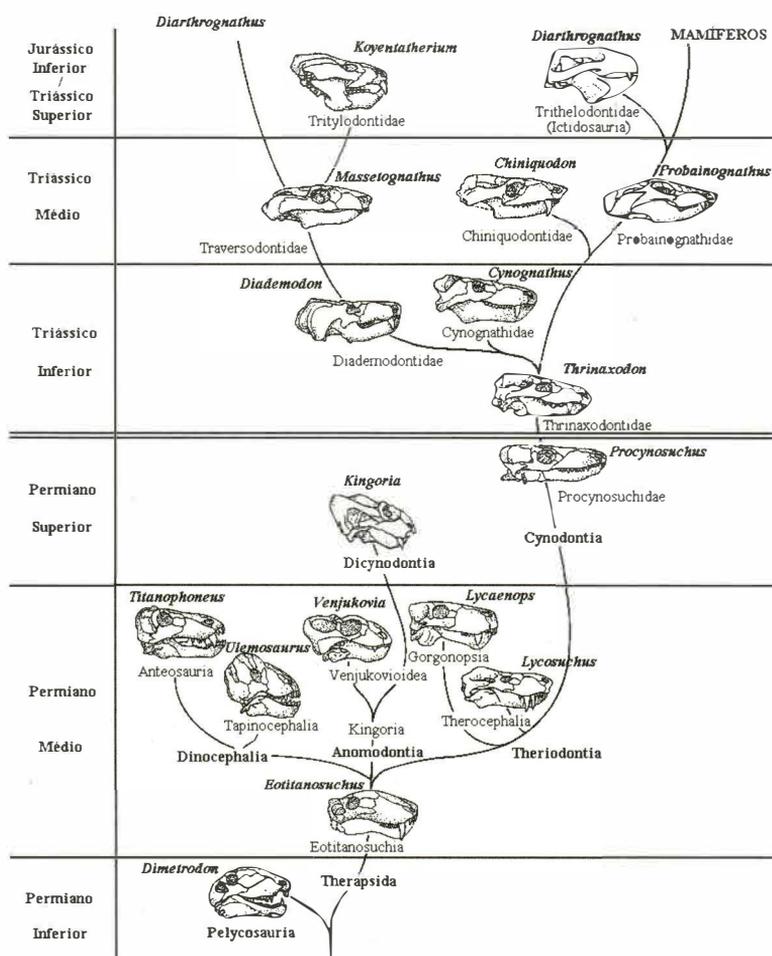


Figura 20. Quadro esquemático da evolução dos sinápsidos ao longo do Permiano e Triássico, iniciando com os pelicossauros e chegando até os mamíferos a partir dos cinodontes herbívoros. (Modificado de Benton, 1993).

delineada a característica osteológica mais distintiva entre os mamíferos e os outros amniotas: a presença de três ossículos no ouvido médio, o martelo, a bigorna e o estribo (Figura 21). O fato de possuírem maior número de ossos não significa, no entanto, que os mamíferos ouçam melhor que os outros. As aves, por exemplo, possuem apenas um osso (*stapes*) que executa a mesma função dos três existentes nos mamíferos e ouvem tão bem quanto estes. O que ocorreu com os sinápsidos foi que, em virtude da tendência para reforçar a porção posterior do crânio, de modo a sustentar o aumento da massa muscular destinada à mastigação,

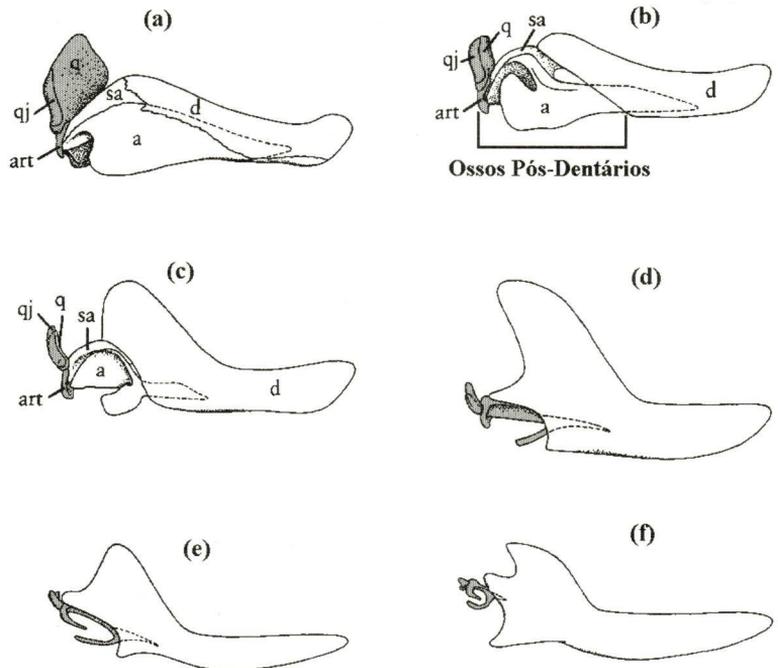


Figura 21. Evolução do ouvido médio nos sinápsidos.

a) Nos *Pelicossauros*, embora o dentário (d) já seja francamente predominante sobre os demais elementos, a mandíbula é composta por vários ossos, que estão firmemente suturados entre si. b) Nos terocefálios, os ossos pós-dentários ainda são grandes, mas sua sutura com o dentário já não é tão firme. A articulação entre crânio e mandíbula ainda é feita, respectivamente, entre os ossos quadrado e articular, como em todos os amniotas não-mamíferos; a partir de *Thrinaxodon*, (c) passando por *Probainognathus*, (d) observa-se uma progressiva redução dos ossos pós-dentários na mandíbula e dos ossos quadrado (q) e quadradojugal (qj) no crânio. e) No primeiro mamífero, *Morganucodon*, e nos subseqüentes mamíferos jurássicos (f), a articulação entre o crânio e a mandíbula passa a se dar, respectivamente, entre os ossos esquamosal e dentário, característica exclusiva dos mamíferos, enquanto os demais ossos se soltam completamente e migram para o ouvido médio. O quadrado e o quadradojugal fundem-se para formar o martelo, a columela (*stapes*) passa a ser o estribo e o articular torna-se a bigorna. (Modificado de Carrol, 1988).

o *stapes* passou a ter a função de servir como mais um ponto de reforço na estrutura, ao invés de ficar livre para transmitir as vibrações sonoras ao tímpano como nos demais amniotas. Desse modo, os mais antigos ancestrais dos mamíferos não possuíam um tímpano, e provavelmente só eram capazes de ouvir sons de baixa frequência, transmitidos preferencialmente através do solo.

A primeira evidência de uma estrutura potencialmente capaz de abrigar um tímpano, nos sinápsidos, surgiu em alguns pelicossauros, mas, curiosamente, não no crânio e sim na mandíbula, por meio de uma projeção lateral do osso angular, denominada lâmina reflexa (Figura 21a,c). Posteriormente, o afrouxamento do contato entre o dentário e os ossos pós-dentários propiciou a possibilidade de que estes últimos constituíssem um sistema mais eficiente de captação de vibrações. O progressivo crescimento do dentário, que concentrou em si as tarefas de articulação com o crânio e de servir como área de ancoragem para toda a musculatura mastigatória, permitiu a liberação dos ossos pós-dentários para a tarefa de transmissão das vibrações sonoras. No crânio dos cinodontes, a redução e o afrouxamento dos contatos do quadrado e do quadradojugal, também relacionados ao aumento do potencial de captação de vibrações, fez com que o *stapes*, que a eles se ligava para fazer a “ponte” entre o neurocrânio e os ossos da parte externa, deixasse de ter papel na sustentação da estrutura do crânio e se tornasse novamente um elemento solto, como nos amniotas primitivos. Ao final, os mamíferos acabaram desenvolvendo um sistema auditivo que não difere fundamentalmente daquele das aves e dos répteis, mas precisaram seguir um caminho evolutivo diferente para chegar até ele, terminando por possuírem três ossos para executar a mesma função que, em aves e répteis, é executada por apenas um.

O avanço dos diápsidos

Enquanto se desenrolava a história evolutiva dos sinápsidos, no outro grande grupo de répteis também ocorriam mudanças espetaculares, com o surgimento de novos e cada vez mais diversificados grupos. Os diápsidos incluem atualmente todos os répteis vivos, à exceção das tartarugas. Logo após o seu surgimento no início do Mesozóico, entretanto, os primeiros diápsidos já se dividiram em dois grandes sub-grupos: um deles (*Lepidosauromorpha*) vindo a dar origem aos atuais lagartos e cobras e outro (*Archosauromorpha*), no qual se incluem dinossauros, pterossauros (répteis voadores) e crocodilos.

O mais antigo diápsido conhecido é *Petrolacosaurus*, do Carbonífero Superior do Kansas, um animal pequeno (Figura 22) de cerca de 20 cm (fora a cauda) com membros alongados e aspecto geral delicado. À exceção de quatro caninos superiores,

possuía dentes pequenos e iguais, que não estavam dentro de alvéolos, mas ao longo de um sulco raso que percorria os bordos internos da maxila e mandíbula. Provavelmente insetívoros, poderiam preda também outros répteis. Não possuíam um sistema auditivo desenvolvido e nem mesmo uma reentrância na lateral do crânio que pudesse alojar um tímpano. Na comparação com os répteis anápsidos ancestrais, não parece ter havido mudanças significativas na musculatura mandibular. Desse modo, o surgimento dos dois pares de fenestras cranianas que caracterizam os diápsidos devem ter surgido como uma maneira de distribuir melhor os esforços e, ao mesmo tempo, de tornar o crânio mais leve. As evidências osteológicas do pós-crânio indicam que o padrão básico de locomoção não diferia muito dos anápsidos, seus ancestrais (especialmente se comparado com os protrotirídeos).

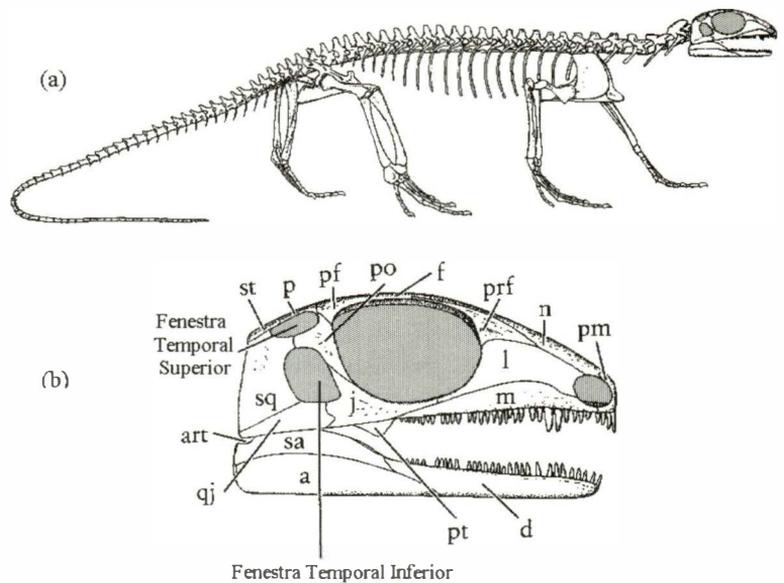


Figura 22. *Petrolacosaurus*, o mais antigo diápsido conhecido: a) esqueleto; b) detalhe do crânio mostrando as duas fenestras na região posterior. (Modificado de Carroll, 1988).

A partir de *Petrolacosaurus*, *Araeoscelis* e outros diápsidos primitivos, iniciou-se a divisão do grupo em lepidossauromorfos e arcossauromorfos, sendo que o principal critério de distinção entre ambos baseia-se nos respectivos padrões de postura e locomoção. Lepidossauromorfos (por exemplo, os lagartos atuais) mantiveram o padrão primitivo de implantação lateral dos membros e andar rastejante e ondulante. Arcossauromorfos (por exemplo, os dinossauros), ao contrário, experimentaram um progressiva redução na ondulação lateral da coluna como elemento principal na locomoção, em troca da adoção de uma postura mais

verticalizada dos membros, especialmente os posteriores. É bastante significativo que, no Triássico, especialmente em sua segunda metade, vários grupos diferentes de répteis, sem nenhum parentesco entre si, tenham desenvolvido adaptações morfológicas relacionadas à adoção de uma postura mais ereta dos membros. Os exemplos mais significativos desse processo foram os sinápsidos cinodontes e, dentre os diápsidos, os chamados arcossauros, como veremos adiante. Além disso, arcossaumorfos possuem dentes em alvéolos (condição tecodonte) e um ouvido médio rudimentar, com a presença de um tímpano e de um osso situado perpendicularmente (a columela ou *stapes*), que transmite as vibrações para o interior.

Devido ao fato de não haver, até o momento, registro de lepidossaumorfos para o Triássico do Rio Grande do Sul, daremos ênfase apenas aos arcossaumorfos, répteis que incluem os dinossauros e que “enfrentaram” os mamíferos no final do Triássico.

Dentre os arcossaumorfos, os dinossauros, pterossauros, fitossauros e crocodilos constituem um grupo chamado de *Arcossauros*. Além destes, existem ainda três outros grupos, chamados de arcossaumorfos primitivos, os protossauros, rincossauros e trilofossaurídeos (Figura 23), com destaque para os rincossauros (Figura 23d) que desempenharam importante papel na “disputa” com os répteis mamaliformes, especialmente no Rio Grande do Sul, onde foram abundantes.

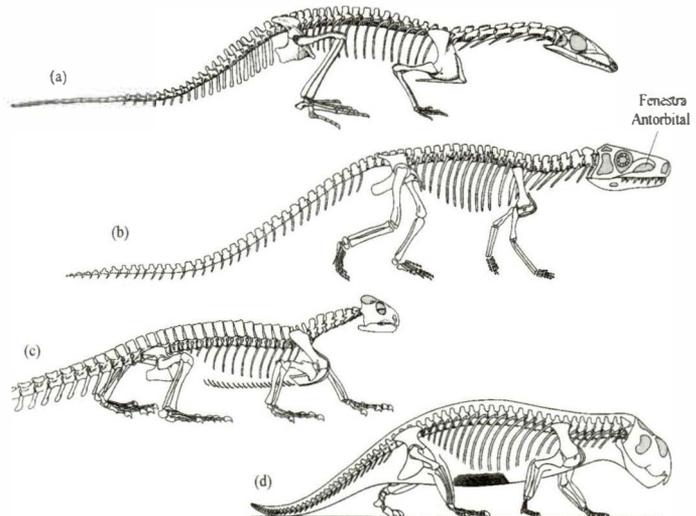


Figura 23. Os quatro tipos básicos de Arcossaumorfos: a) Protorossauro (*Prolacerta*), com cerca de 1m de comprimento; b) Arcossauro (*Euparkeria*), com cerca de 1/2m de comprimento; c) Trilofossaurídeo (*Trilophosaurus*), medindo 2 m de comprimento; d) Rincossauro (*Paradapedon*), com aproximadamente 1,5 m de comprimento. (Modificado de Carrol, 1998).

Répteis quadrúpedes, baixos e atarracados, os rincossauros atingiram tamanho máximo de aproximadamente três metros de comprimento, incluindo uma cauda razoavelmente longa. A sua inclusão entre os arcossaumorfos primitivos deve-se à postura de seus membros ainda bastante horizontalizada. As principais características morfológicas que distinguem os rincossauros estão localizadas no crânio, robusto e com um formato triangular, sendo que o vértice anterior do triângulo constituía-se num “bico” semelhante ao das aves, no qual os dois ossos pré-maxilares, extremamente alongados, formavam uma ponta com encaixe entre outras duas, projetadas a partir das extremidades anteriores das mandíbulas (Figura 24). Além disso, as maxilas dos rincossauros eram cobertas por várias fileiras de pequenos dentes, separadas por um ou dois profundos sulcos longitudinais (Figura 25), nos quais se encaixavam cristas afiadas existentes na mandíbula, resultando num mecanismo mastigatório tipo “tesoura”, que não encontra similar em nenhum outro grupo fóssil ou vivente. Este complexo aparato destinava-se, ao que tudo indica, a permitir uma alimentação à base de frutos e sementes muito resistentes, que seriam apanhados com o “bico”, posicionados na boca e cortados com as lâminas mandibulares, de modo a possibilitar a retirada da porção nutritiva, situada no interior dos mesmos.

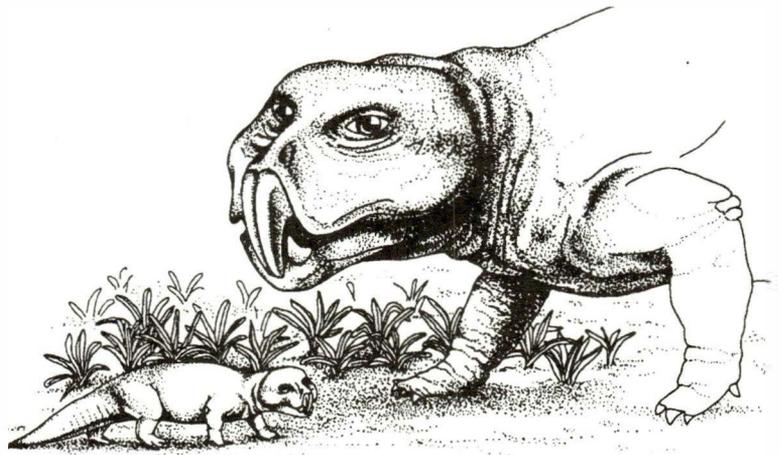


Figura 24. Reconstituição de um rincossauro adulto e de um filhote. (Modificado de Benton & Kirkpatrick, 1989).

Os rincossauros surgiram e se extinguíram no período Triássico (entre 245 e 205 milhões de anos atrás). Neste “curto” período de tempo, porém, tiveram uma trajetória muito marcante, chegando a constituir, num determinado momento (no final do Triássico Médio, para ser mais preciso), o grupo de herbívoros mais abundante do planeta, ocorrendo em quase todos os cantos do Pangea. Nas camadas superiores do Triássico Médio do Rio

Grande do Sul, especialmente naquelas que ocorrem em Santa Maria e arredores, os rincossauros chegam a constituir mais de 90% do total de fósseis conhecidos.

Entretanto, no início do Triássico, os rincossauros eram formas pequenas e praticamente inexpressivas no contexto geral da paleofauna de herbívoros dominada pelos terápsidos (dicinodontes e cinodontes). A ascensão vertiginosa dos rincossauros ocorreu somente após um lento declínio dos terápsidos ao longo do Triássico Inferior e início do Triássico Médio, fato que correspondeu, como veremos adiante, a outra mudança que estava ocorrendo em escala global, qual seja, a mudança da flora dominante, em função das alterações climáticas.

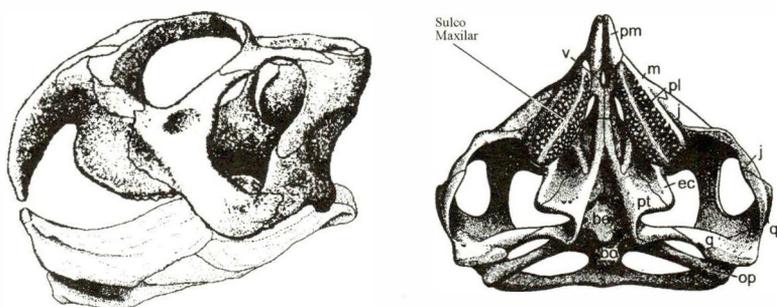


Figura 25. Crânio de rincossauro: a) vista lateral, mostrando o “bico” e o conjunto em forma de tesoura (desenho de M.C. Langer); b) vista ventral, mostrando os dentes maxilares e o sulco para o encaixe da mandíbula. Escala aproximada x 1/4. (Modificado de Huene, 1935-42).

Paralelamente ao declínio dos terápsidos e à ascensão dos rincossauros, também entre os carnívoros, os diápsidos começaram a ocupar, progressivamente, maior espaço no cenário do Pangea, por meio dos arcossauros. Enquanto os rincossauros se extinguíram no Triássico, os arcossauros continuaram irradiando-se e diversificando-se ao longo de todo o Mesozóico, atingindo o máximo de “dominação” da fauna justamente com os dinossauros, no Jurássico e no Cretáceo.

Os arcossauros do Triássico podem ser todos incluídos numa única ordem, chamada Thecodontia, sendo o nome derivado do fato destes animais possuírem todos os dentes dentro de alvéolos (ou *tecas*). Apesar de dar o nome ao grupo, a característica, entretanto, não é exclusiva desses animais, pois existe em alguns grupos de lepidossauiromorfos e também entre alguns répteis mamaliformes e mamíferos. O que realmente distingue o crânio dos arcossauros (e seus descendentes, dinossauros e aves) dos demais arcossauiromorfos, é a presença das *fenestras antorbitais* (Figura 23b), isto é, mais duas aberturas situadas, uma em cada lado do focinho, entre a órbita e a narina, que serviriam para alojar uma glândula, provavelmente associada ao olfato.

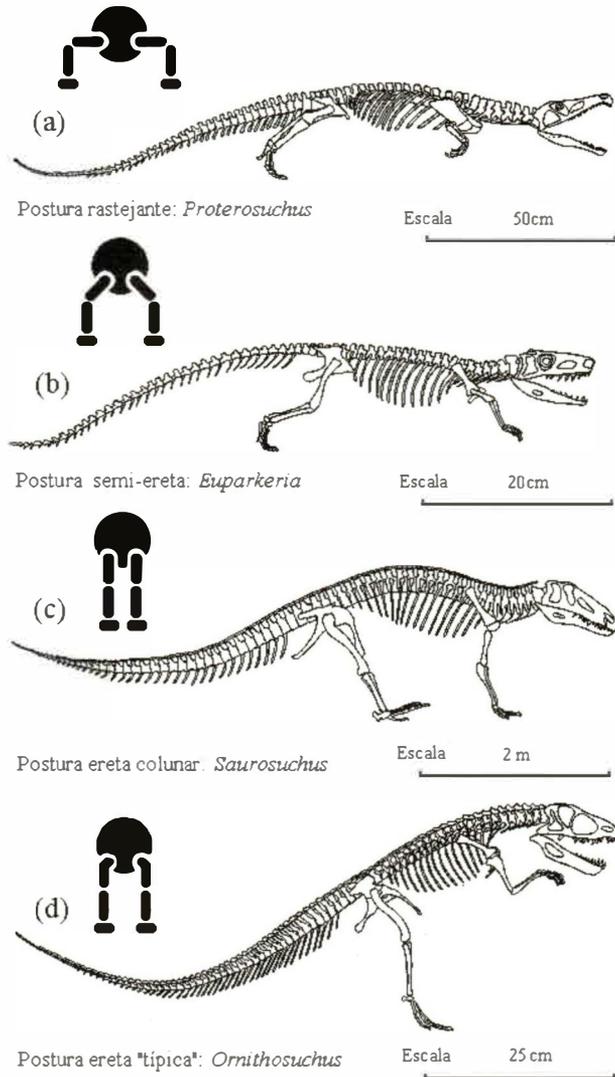


Figura 26. Os vários tipos de posturas dos membros posteriores nos arcossauros. (Modificados de Benton, 1993).

Entretanto, as principais feições morfológicas que caracterizam os arcossauros, utilizadas inclusive na classificação interna do grupo, estão relacionadas com o aparelho locomotor, especialmente com os membros posteriores (Figura 26). Ocorreram no grupo, pelo menos de quatro maneiras diferentes e independentes, modificações que afetaram a orientação de todas as articulações destes animais, desde os tornozelos, passando pelos joelhos e chegando às cinturas. Os proterussuquídeos e eritrossuquídeos, representados na Figura 25a por *Proterosuchus*, representam os arcossauros mais primitivos, dos quais se originaram todos os

demais. São os mais primitivos justamente porque ainda não tinham desenvolvido mudanças significativas na sua postura e forma de locomoção – a implantação dos membros ainda se fazia paralela ao corpo e o andar era lateralmente ondulante. *Euparkeria*, por sua vez, possuía uma postura que se convencionou chamar de semi-ereta. A forma dos ossos e das articulações dos fósseis desse *taxon* são muito parecidas com a dos crocodilos atuais, daí se concluindo que deveriam ter um modo semelhante de locomoção. Os crocodilos rastejam e ondulam lateralmente quando caminham devagar, mas quando querem imprimir velocidade à marcha, erguem-se do chão, assumindo a postura ilustrada na Figura 26b.

Vários crocodilos do Triássico, como por exemplo *Saurosuchus* (Figura 26c), no entanto, aperfeiçoaram este “design” e chegaram a atingir uma postura totalmente ereta das patas traseiras, chamada de “colunar”, na qual o fêmur se encaixava verticalmente, numa cintura pélvica posicionada horizontalmente. Nas camadas triássicas do Rio Grande do Sul encontramos espetacular exemplo de um arcossáurio desse tipo. Trata-se de *Prestosuchus* (Figura 27), um gigantesco carnívoro que atingia mais de seis metros de comprimento.

Os arcossauros *Ornitossúquios*, representados na Figura 26d por *Ornithosuchus*, desenvolveram outro tipo de postura ereta bastante semelhante à dos humanos: os ossos da cintura pélvica e o fêmur posicionam-se verticalmente, mas o fêmur possui uma projeção lateral esférica (chamada de “cabeça”) em sua extremidade proximal, que se encaixa lateralmente na concavidade correspondente (o acetábulo) na bacia. Este tipo de postura alcançou sua plenitude, entre os diápsidos, com os dinossauros (e suas descendentes, as aves).

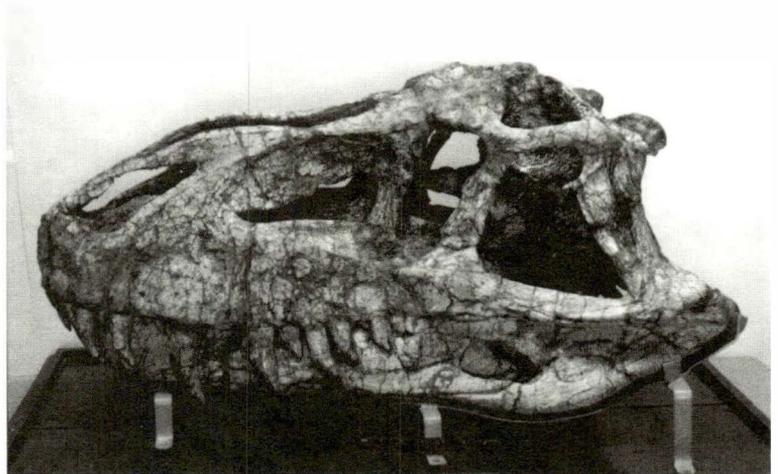


Figura 27. Crânio de *Prestosuchus*, um grande arcossáurio que atingia por volta de 7 m de comprimento. O exemplar foi encontrado nas cercanias de Candelária, Rio Grande do Sul. (Foto do Autor).

O surgimento dos dinossauros

A diferenciação entre os dinossauros e outros arcosauros é tão sutil quanto a que existe entre cinodontes e mamíferos (ou ainda entre dinossauros e aves), uma vez que estamos tratando com *taxons* muito próximos e intimamente relacionados. Se é certo que todos os dinossauros compartilham várias características avançadas que não estão presentes nos demais arcosauros, também é verdade que quase todas elas (ao menos as mais importantes) estão relacionadas à postura e locomoção. Assim sendo, pode-se pensar nos dinossauros (e suas adaptações) como o passo seguinte ao dado pelos ornitossúquios no processo de mudança de postura e locomoção, iniciando com animais quadrúpedes e rastejantes e chegando a bípedes e eretos. E se seguirmos na mesma linha de raciocínio, podemos concluir que os dinossauros (ou pelo menos parte deles) levaram essa tendência adiante, até atingir um novo patamar: simplesmente saíram do chão e ocuparam o céu (Figura 28), onde, por sinal, permanecem senhores absolutos até hoje.

Porque os dinossauros “venceram”

Como vimos, ao longo do Triássico, tanto os sinápsidos quanto os diápsidos desenvolveram espetaculares adaptações morfológicas, especialmente no que se refere à capacidade locomotora. Se, por um lado, os dinossauros incrementaram enormemente o processo de locomoção por meio do bipedalismo, os cinodontes, numa impressionante conjugação de fatores, não ficaram atrás, pois, mesmo permanecendo quadrúpedes, reformularam toda a postura de vértebras, cinturas e membros, tornando-se tão ágeis quanto aqueles, sem contar todas as outras novidades decorrentes da adoção de altas taxas metabólicas. Assim sendo, por que os dinossauros predominaram sobre a face da terra du-

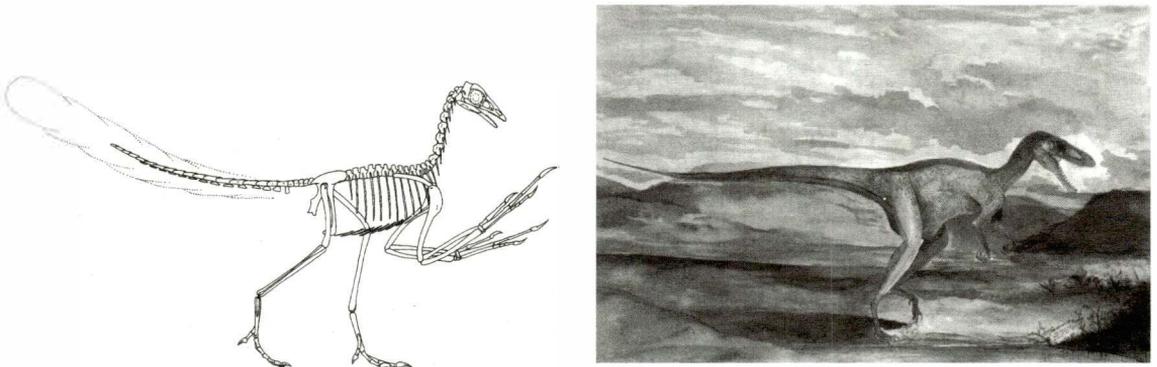


Figura 28. As semelhanças evidentes entre a) esqueleto de *Arqueopteryx* (escala aproximada x 1/3), uma das primeiras aves (modificado de Carrol, 1988) e b) *Staurikosaurus*, um dos primeiros dinossauros, encontrado em Santa Maria, RS. (Foto a partir de aquarela de J. E. F. Dornelles).

rante os cento e cinquenta milhões de anos que se seguiram, enquanto os incríveis cinodontes, com seu arsenal de novidades, extinguíram-se e os mamíferos, recém-surgidos, permaneceram pequenos, frágeis e escondidos em suas tocas (Figura 29)?

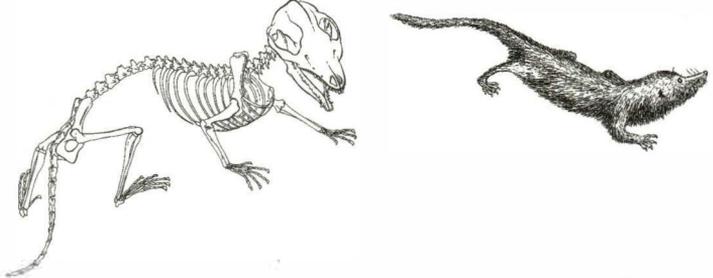


Figura 29. Esqueleto (à esquerda) e reconstrução de *Morganucodon*, o mais antigo mamífero conhecido, com cerca de 10 cm de comprimento.

Na verdade, não foram os dinossauros, por competição, os responsáveis pela derrocada dos cinodontes e mamíferos. A balança começou a pender para o lado dos diápsidos bem antes, e só foi acentuando o seu desnível ao longo do Triássico.

Vimos anteriormente que os sinápsidos, primeiramente com os pelicossauros e posteriormente com os dicinodontes, foram os herbívoros dominantes ao longo de todo o Permiano Superior e Triássico Inferior. Entretanto, no decorrer do Triássico Médio, os terápsidos entraram em franco declínio até que, no início do Triássico Superior, os dicinodontes estavam praticamente extintos, passando os até então inexpressivos rincossauros a constituir o grupo de herbívoros mais abundante. Paralelamente, entre os carnívoros, os dinossauros aumentaram de diversidade enquanto os cinodontes diminuíram. Conforme os dados que apresentamos, os respectivos aparelhos mastigatórios de dicinodontes e rincossauros eram tão diferentes entre si que é impossível imaginá-los competindo por um mesmo tipo de alimento, até que um vencesse. É muito mais simples imaginar (e os dados paleobotânicos referendam esta hipótese) que houve, isto sim, uma grande e progressiva mudança na *flora* dominante no planeta e que os dicinodontes, altamente especializados e morfológicamente conservadores, não conseguiram se adaptar ao câmbio florístico e declinaram, também progressivamente, até a extinção. A chamada *flora Glossopteris*, composta por um conjunto de vários tipos de plantas, das quais se alimentavam os dicinodontes, foi progressivamente dando lugar à *flora Dicroidium*, que possuía um padrão morfológico bastante distinto, especialmente no que se refere às frutificações, que constituiriam o alimento dos rincossauros.

Mas, por que o lugar dos herbívoros dominantes não foi ocupado pelos cinodontes, especialmente os onívoros, que poderiam mais facilmente se adaptar às mudanças da flora e eram muito mais ágeis que os desajeitados e lerdos rincossauros?

BIBLIOGRAFIA

- BENTON, M.; KIRKPATRICK, R. Heterochrony in a fossil reptile: juveniles of the rhynchosaur *Scaphonyx fisheri* from the Late Triassic of Brazil. *Paleontology*, 32 (2): 335-353, 1989.
- BENTON, M. J. *Vertebrate Paleontology, Biology and Evolution*. London: HarperCollins Academic, 1990.
- BENTON, M. J. Cuatro pies en el suelo. In: GOULD, S. J. (Ed.) *El libro de la Vida*. Barcelona: Critica, 1993.
- CARROL, R. L. *Vertebrate Paleontology and Evolution*. New York: W. H. Freeman & Co., 1988.
- HUENE, F. von. *Die fossilen Reptilien des südamerikanischen Gondwanalandes*. München: C. H. Beck, 1935-42.
- KARDONG, K. V. *Vertebrates: comparative anatomy, function, evolution*. Dubuque: WCB Publishers, 1995.
- WESTPHAL, F. *Die Säugerähnlichen Reptilien im Geologischen Institut der Eberhard-Karls-Universität Tübingen*. Attempto Verlag Tübingen GmbH, 1988.

César L. Schultz é professor do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ironicamente, o que pode ter determinado a derrocada dos cinodontes e mamíferos foi justamente aquilo que parecia ser o seu maior trunfo: a homeotermia!

Como já referimos, ao longo do Permiano, o Pangea, após o choque entre o Gondwana e a Laurásia, foi-se deslocando lentamente para o Norte até parar completamente no Triássico, dividido quase ao meio pela linha do Equador. O clima, que era inicialmente temperado a frio, proporcionando vantagens aos pelicossauros, foi-se tornando progressivamente mais quente e seco. Nesse intervalo de tempo, a tendência da busca da regulação térmica pelos sinápsidos, iniciada com os pelicossauros, prosseguiu até culminar com a aquisição da homeotermia, com os cinodontes. O conjunto de adaptações deve ter-se constituído numa conquista altamente vantajosa para o grupo, até o momento em que o clima passou a ficar quente *demais*, fazendo com que a produção de calor dentro do organismo e a existência de uma cobertura de pêlos que se destinava justamente a *reter* o calor se tornassem problemas insolúveis.

Para os dinossauros (e para os “pobres répteis” atuais), ao contrário, as altas temperaturas e a uniformidade climática que se instalaram em todo o planeta a partir do Triássico representaram condições excepcionalmente favoráveis, de modo que rapidamente se expandiram e diversificaram, até ocupar todo o planeta.

Por seu turno, os sinápsidos sobreviventes (os mamíferos), agora vítimas de suas altas taxas metabólicas, passaram a viver sob a terra e adotando hábitos noturnos para fugir do calor.

A situação de uniformidade climática e predomínio de climas quentes só foi modificar-se depois de cento e cinquenta milhões de anos, quando o Pangea se partiu novamente e o regime de circulação atmosférica começou a mudar. Coincidentemente, os dinossauros começaram a declinar, mas não se sabe até que ponto iria o declínio, nem se os sinápsidos iriam inexoravelmente “voltar ao comando”, se um fortuito acidente interplanetário não tivesse interferido decisivamente na História. A queda de um gigantesco asteróide sobre a Terra, ao final do Período Cretáceo, decretou o fim dos dinossauros e abriu caminho para que os sinápsidos (isto é, os mamíferos) voltassem a reinar sobre a superfície. Ao que tudo indica, a nuvem de poeira levantada pelo choque teria impedido a passagem dos raios solares por vários meses (ou anos), fazendo com que um repentino e intenso período de frio assolasse o planeta. Tais condições teriam sido fatais para aqueles organismos que não tivessem alguma maneira de suportar as baixas temperaturas (provavelmente, a maioria dos dinossauros). Salvaram-se, entre os tetrápodes, os crocodilos, as tartarugas e alguns anfíbios (todos viventes na água e capazes de reduzir seu metabolismo a níveis mínimos por longos períodos), e as aves e os mamíferos, com seus respectivos cobertores de penas e pêlos para enfrentar o frio.

LOS BOSQUES PETRIFICADOS DE PATAGONIA Y ANTÁRTIDA

N. Rubén Cúneo

***E**l territorio patagónico, en la República Argentina, representa una de las pocas regiones a escala global en la cual han sido registrados individuos que pertenecieron a distintas configuraciones boscosas en los últimos 300 millones de años. Estos relictos sin duda evidencian la presencia, a lo largo de la historia geológica de una región actualmente semidesértica, de condiciones propicias para el desarrollo de una rica y variada vegetación boscosa. La razón para tal estuvo ligada al rol preponderante que tuvieron los climas del pasado, especialmente en lo relacionado con los regímenes de temperatura y precipitación, variables fundamentales para la dinámica vegetacional. Pero el fenómeno que cambia radicalmente la fitogeografía de la región tiene que ver con el levantamiento de la Cordillera de los Andes, siendo sin lugar a dudas el elemento tectónico, geográfico y paisajístico que afectó definitivamente la expansión y distribución de bosques sobre más de 1 millón de kilómetros cuadrados de territorio.*

En términos de registro geológico, podemos decir que Patagonia ofrece un registro casi completo de restos petrificados vinculados a distintas formaciones sedimentarias de origen volcánico y silicoclástico. Sin embargo, reales configuraciones de paleobosques, esto es la presencia de troncos en posición de crecimiento tal cual fuera originalmente, es una característica que se da en tres ejemplos en particular, cada uno de ellos presentes en las tres eras geológicas del eón Fanerozoico: el Paleozoico, el Mesozoico y el Cenozoico.

Durante el Paleozoico superior se ha registrado uno de los eventos vegetacionales más importantes en Patagonia y en todo el antiguo continente de Gondwana. El mismo se ubica temporalmente en aproximadamente 290 m.a., esto es en el inicio del Período Pérmico, a través de hallazgos efectuados en el oeste de la provincia del Chubut. Existía allí, en esa época, un amplio sistema deltaico, consecuencia de los ríos que se originaban en la región montañosa ubicada hacia el N y NE, representada por el Macizo de Somuncurá, provincia de Río Negro, y que desembocaban en una amplia bahía marina que comprendía la región ubicada entre Esquel y Alto Río Senguerr, al Oeste de la provincia del Chubut (Figura 1). La naturaleza de aquel sistema deltaico permitió, avalada por condiciones climáticas subtropicales, la proliferación de una cubierta vegetal rica y densa en toda la región, con crecimiento de bosques en galería dominados por distintos tipos de coníferas ya extinguidas junto a helechos arborescentes, también muy variables. Sin embargo, muchos otros grupos de plantas se encontraban también presentes en aquel ecosistema, configurando así un espectro vegetacional tan variado que ha llevado a la determinación, hasta la fecha, de más de 150 especies de plantas fósiles que crecieron en el antiguo delta. Como relicto fantástico de esa vegetación se encuentra uno de los bosques más antiguos que se conocen en la región patagónica, y también en toda América. Los individuos de este paleobosque no se encuentran estrictamente petrificados, sino que se trata de moldes formados por material clástico limo-arenoso que relleno la cavidad de los troncos en el mismo sitio que crecieron, habiéndose preservado las bases de los mismos (Figuras 2 y 3). Esta característica permitió efectuar a los especialistas diversos estudios para determinar por ejemplo una alta densidad original del bosque, la altura de sus individuos que habrían sobrepasado los 10 m y, particularmente, las inferencias de índole climática que tal hallazgo permitía realizar. El tipo particular de árbol que formaba parte del bosque, en este caso perteneciente al grupo de las Licofitas las cuales perduran en la actualidad aunque con tamaños muy reducidos como *Lycopodium* o *Selaginella*, se caracterizaba por no producir madera como tal, sino que la mayor parte de su tronco se encontraba formado por “corteza”,

otorgándole un aspecto ciertamente flácido. Este factor, era altamente condicionante para el control del crecimiento de la planta, puesto que debían ubicarse en zonas extremadamente húmedas y cálidas, de manera que la temperatura media nunca cayera por debajo del punto de congelación para garantizar su crecimiento y reproducción.

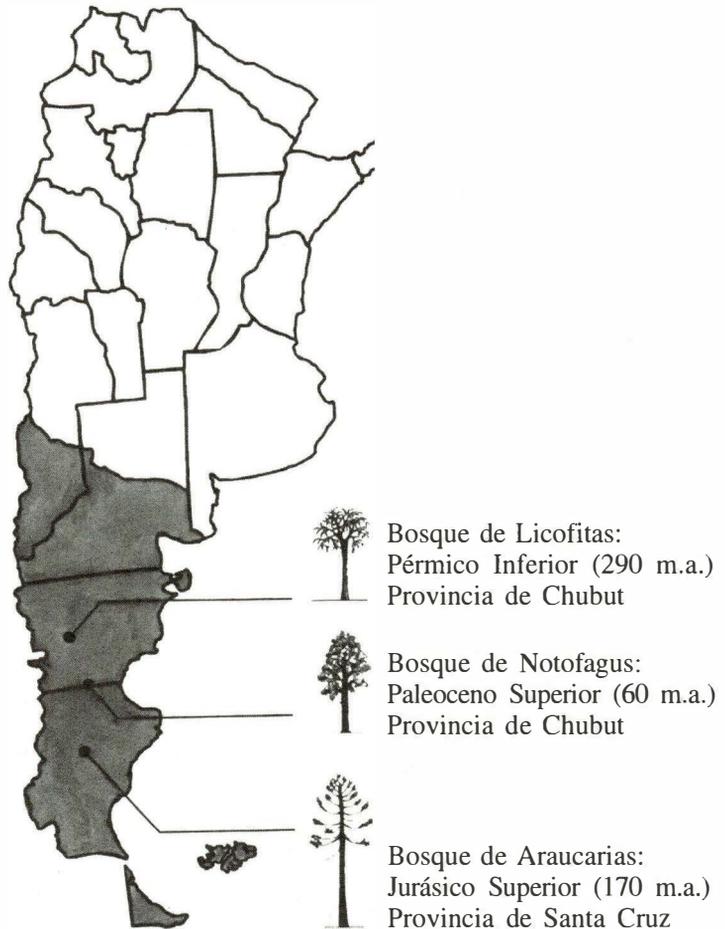


Figura 1. Ubicación geográfica de los bosques petrificados de la Patagonia, República Argentina.

Sobre esta base, a lo cual se le añadían evidencias surgidas de otros grupos plantíferos como así también de restos fósiles de insectos, la postulación de regímenes climáticos por lo menos subtropicales para la región hace 290 m.a., fue expuesta por los paleobotánicos en diversos congresos nacionales e internacionales sobre la materia. Ello generó una controversia que, finalmente, llevó a una teoría por la cual se interpretaba a la región patagónica

separada del resto de Sudamérica para ese tiempo, interpretación posteriormente avalada en parte por la Teoría General de Tectónica de Placas. De esta manera, resultaba más fácilmente explicable la presencia del ecosistema deltaico/vegetacional reconocido para el oeste de la provincia del Chubut.

A partir de los 200 m.a., inicios del Período Jurásico, comienzan a producirse en el continente de Gondwana una muy intensa etapa de vulcanismo que estuvo asociado a la ruptura del



Figuras 2 y 3: Bases de troncos de licófitas del Pérmico inferior (290 m.a.) de Patagonia.

supercontinente, mediante la cual se produjo la separación definitiva entre los subcontinentes que formaban parte, proceso que se extiende hasta la actualidad. Quizás el hecho sobresaliente de esta época estuvo relacionado con el gigantismo de la vegetación, probablemente directamente vinculado con el desarrollo de los grandes dinosaurios herbívoros que comenzaban a formar parte del ecosistema. La evidencia más cabal de aquel gigantismo vegetal procede del Monumento Nacional a los Bosques Petrificados, ubicado en el centro de la provincia de Santa Cruz (Figura 1), sin dudas el más grande e impresionante de todo el mundo (Figura 4). Este bosque estuvo dominado por coníferas de la familia Araucariaceae con la especie *Araucaria mirabilis*, y la familia Taxodiaceae con la especie *Pararaucaria patagonica*. De la primera, probablemente descendieron varios representantes actuales restringidos al hemisferio austral pero que, en el Jurásico, también formaron parte de los bosques del hemisferio norte. Los relictos actuales del género *Araucaria* en Sudamérica corresponden a dos especies: *Araucaria angustifolia* que crece en el Sur de Brasil y NE de Argentina, y *Araucaria araucana*, importante componente de los bosques valdivianos de Chile y Argentina. Las restantes especies del género, como así también del segundo género de esta familia *Agathis*, quedaron restringidos a la región de Oceanía, como parte del proceso de especiación que tuvo lugar por la fractura del Gondwana. Tres características sobresalientes pueden ser observadas en el bosque petrificado de Santa Cruz, en Patagonia, el cual está incluido en una formación de origen volcánico de aproximadamente 170 millones de años de



Figura 4: Ejemplar gigante del bosque de *Araucaria* del Jurásico superior (170 m.a.) de Patagonia.

antigüedad: en primer lugar, el hecho que la mayoría de los individuos se han preservado con sus bases y raíces en el mismo sitio donde crecieron, algunos de ellos conservados como “tocones” todavía en posición de vida (Figura 5). Una segunda particularidad tiene que ver con su tamaño, habiéndose detectado a la fecha el más grande ejemplar de árbol que haya existido, el cual llegó a tener 7 m de diámetro y probablemente más de 120 m de altura, sobrepasando inclusive a la actual *Sequoia*, considerada el gigante de los bosques norteamericanos. La tercera característica, quizás la más espectacular por sus connotaciones, tiene que ver con el hallazgo de los conos reproductivos femeninos, o piñas, hallados por miles junto a los troncos originales y, de igual manera, depredados a lo largo de los años. Estas piñas han sido preservadas a través de un proceso de fosilización (permineralización) tan fino y detallado, con reemplazo molécula por molécula de las células originales por soluciones silíceas, pudiéndose observar inclusive a los embriones incluidos dentro de los óvulos originales. Este hecho ha permitido llegar a conocer a una planta fósil casi de la misma manera que una actual, con lo cual se ha incrementado sustancialmente el conocimiento de la evolución de esta familia de coníferas.



Figura 5: Troncos en posición de crecimiento (uno bifurcado) en el bosque de *Araucaria* del Jurásico superior (170 m.a.) de Patagonia.

El inicio de la Era Cenozoica, hace 65 m.a. y luego de la catástrofe ecológica de fines del Cretácico que produjo elevadas extinciones, encuentra al extremo austral de Sudamérica dominado por un paisaje y una biota completamente distintas, bajo un

control climático de características subtropicales. El mar se extendió parcialmente sobre el continente y un complejo sistema de albuferas, marismas y pantanos litorales se desarrolló sobre la mayor parte del territorio. Los ambientes acuáticos se vieron ocupados por una riquísima fauna de cocodrilos, tortugas y serpientes acuáticas, mientras que en el ecosistema terrestre sus nuevos y exitosos ocupantes, los mamíferos, desplegaban todas sus habilidades en medio de una densa vegetación, por momentos selvática, donde era común la presencia de Palmeras y Cycas, como así también los ancestros de las actuales fagáceas de la Cordillera Patagónica. Este paisaje ha quedado de alguna manera grabado en lo que actualmente es el Bosque Petrificado Ormaechea, en las proximidades de Sarmiento, provincia de Chubut (Figura 1) donde miles de troncos petrificados forman parte de la reserva. Sin embargo, ello es sólo una muestra de lo que originalmente fue toda la región, puesto que los mismos pueden ser observados por cientos de kilómetros en el centro-sur de la provincia del Chubut, reflejando la increíble extensión del bosque original. Este bosque (Figura 6) seguramente colonizó sectores litorales aunque elevados, desde donde muchos de sus individuos fueron transportados hasta cerca del nivel del mar. Con el paso del tiempo y el deterioro climático producido en Patagonia como consecuencia del levantamiento andino y la apertura del pasaje de Drake, los bosques de fagáceas fueron concentrándose sobre la faja andina donde prevalecían condiciones de alta humedad, donde han persistido hasta la actualidad formando parte del bosque subantártico.



Figura 6: Troncos petrificados del Bosque de *Notofagus* del Paleoceno superior (60 m.a.) de Patagonia.

Antártida

El actual continente antártico representa probablemente el sitio más inhóspito de la Tierra para cualquier forma de vida, características surgidas a partir de su ubicación dentro del círculo polar antártico. Sin embargo, como es posible que sin haber variado demasiado tal ubicación geográfica en los últimos 300 millones de años, hubieran existido, pocas en las cuales floreció una densa vegetación de la cual se alimentaban todo tipo de animales? Pues bien, la respuesta debe buscarse entonces en las cambiantes condiciones climáticas a escala global, por medio de las cuales, y durante lapsos muy extendidos, la circulación atmosférica fue capaz de trasladar masas de aire más cálido hacia latitudes polares, generando en ellas las condiciones apropiadas para el desarrollo de una biota muy variada.

La evidencia más importante para arribar a la hipótesis anterior, surge sin dudas a partir del registro paleontológico, en particular de los bosques petrificados, conocidos para el continente antártico. Uno de los ejemplos más interesantes proviene de la región de los Montes Transantárticos (Figura 7), en las cercanías del mar de Ross. En esta región, que durante el Pérmico se

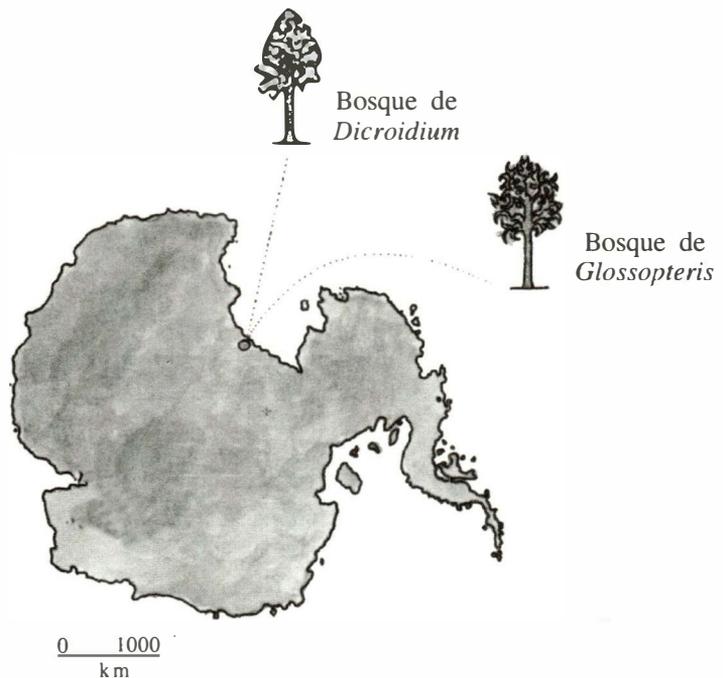


Figura 7: Ubicación geográfica de los bosques petrificados de la Antártida.

encontraba en una latitud de 85°S existen innumerables glaciares que drenan hacia el mar, y que ha su paso dejan al descubierto rocas sedimentarias de diversa antigüedad. Uno de estos glaciares, el Beardmore, atraviesa una región en la cual rocas de los períodos Pérmico y Triásico son más comunes. En el primero de ellos, fue descubierto un bosque petrificado con individuos *in situ* o caídos, de hasta 10 m de longitud (Figura 8) que vivieron hace aproximadamente 250 millones de años. Estos probablemente

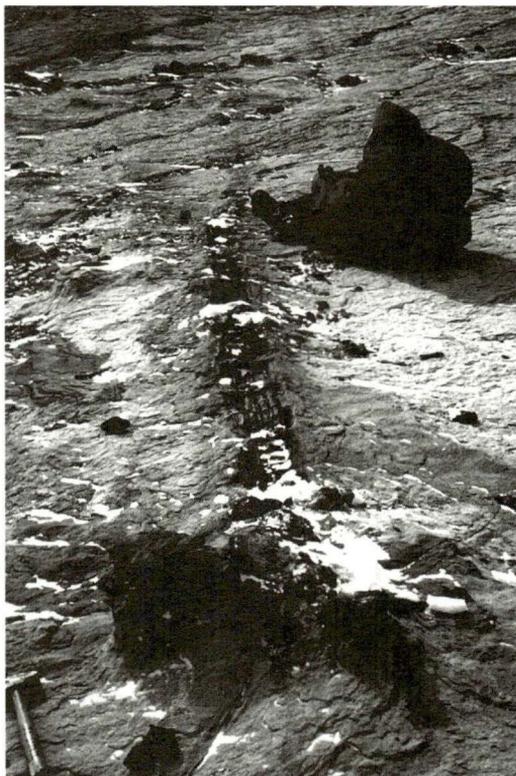


Figura 8: Tronco petrificado del bosque de Glossopteridales del Pérmico superior (250 m.a.) de la Antártida.

pertencieron al grupo de las Glossopteridales, tal cual lo atestiguan las hojas asociadas (Figura 9), que seguramente se desprendían de las plantas madres en la época otoñal. El bosque creció en un sector de la planicie de inundación de un antiguo sistema fluvial; la escasa separación entre individuos indica que los mismos crecieron muy densamente, con una estación muy favorable para su crecimiento tal cual lo demuestran sus anillos de crecimiento. Esto estaría indicando las condiciones altamente favorables, especialmente en relación con la temperatura, para el desarrollo de una vegetación boscosa. Es interesante señalar también que existió una importantísima producción de fitomasa a partir de estos bosques, que condujo posteriormente a la forma-

ción de mantos de carbón, que en algunos casos tienen más de 2 m de espesor en Antártida, sugiriendo también condiciones de alta humedad ambiental durante gran parte del año.

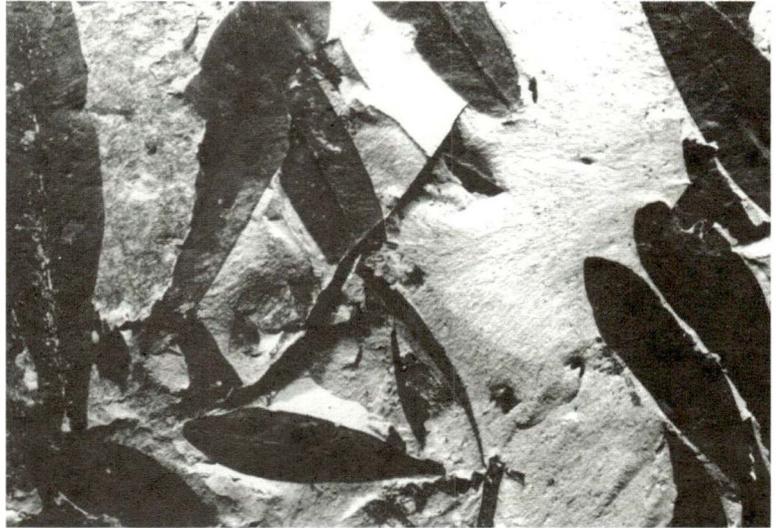


Figura 9: Hojas de *Glossopteris* producidas por el bosque homónimo en Antártida.

El segundo ejemplo de un bosque petrificado en Antártida, también proviene de la región del glaciar Beardmore (Figura 7), aunque en esta ocasión fue hallado en sedimentos del período Triásico, esto es aproximadamente 220 millones de años, época durante la cual la región se encontraba ahora en una latitud de por lo menos 70°S por efectos de la deriva continental. En este caso se trata de un paleobosque constituido por bases de troncos (tocones), distribuidos en una amplia superficie (Figura 10), manteniendo en gran medida las relaciones originales entre individuos. Estos, a su vez, habrían pertenecido al orden Coristospermales, un grupo de gimnospermas caracterizado por tener hojas parecidas a los helechos, conocidas por el nombre de *Dicroidium*, pero con una reproducción por semillas. Este bosque se desarrolló en los márgenes de un curso fluvial, extendiéndose también hacia la parte proximal de la planicie de inundación del río. Los casi 100 individuos que fueron registrados se encuentran en posición de crecimiento, alcanzando el mayor de todos un diámetro de 60 cm, a partir de lo cual se ha podido establecer una altura que sobrepasó los 30 m. Por su parte, los anillos de crecimiento indican también estaciones muy favorables para el desarrollo de los mismos, con un clima templado y húmedo. Es interesante destacar también que, en relación con el clima del Período Pérmico en Antártida, se produce un incremento



Figura 10: Base de un tronco petrificado *in situ* del bosque de *Dicroidium* del Triásico medio-superior (220 m.a.) de la Antártida.

N. Rubén Cúneo es Director del Museo Paleontológico Egidio Feruglio, Trelew, Provincia de Chubut, Argentina.

sustancial en las temperaturas hacia el Triásico como consecuencia de un efecto de calentamiento global que regirá durante toda la era Mesozoica. Así, la vegetación y las comunidades animales que se alimentaban de ella, denotan un importante diversidad, contra la cual el único factor ambiental que conspiraba era la larga noche polar, para la que sin dudas habían adquirido estrategias de supervivencia apropiadas.

CARACTERIZAÇÃO PALEOCLIMÁTICA DO TRIÁSSICO NO SUL DO BRASIL

*Michael Holz
Claiton M. S. Scherer*

O Triássico, período geológico do megacontinente único, conhecido como Pangea, deixou seu registro na região sul do Brasil na forma de rochas sedimentares vermelhas, notabilizadas pelo seu precioso patrimônio fossilífero. As feições sedimentológicas dessas rochas e seu peculiar conteúdo paleontológico permitem um rico exercício de reconstituição paleoclimática, possibilitando, através da integração das diversas evidências fornecidas por rochas e fósseis, caracterizar o clima no Triássico como sendo de regime semi-úmido, com estações de intensa precipitação pluviométrica alternando-se com períodos de seca. Tais evidências devem ser examinadas agora à luz dos conhecimentos da moderna geologia sedimentar e da paleontologia.

Introdução

O reconhecimento de climas antigos e de sua evolução consiste em um dos temas mais interessantes da geologia. Longe de ser tarefa fácil, a determinação do paleoclima exige a confluência de diferentes áreas do conhecimento. Um dos maiores problemas fundamenta-se no fato de que muitas das características do padrão climático atual não podem ser extrapoladas para o passado geológico.

Ao longo da história geológica existiram diferentes panoramas paleoclimáticos, desde momentos em que grande parte dos continentes existentes nas médias e baixas latitudes era recoberta por gelo, até períodos em que o clima foi bem mais quente que o atual, com temperaturas amenas mesmo em latitudes polares, levando à ausência das hoje familiares calotas de gelo polar. Essas mudanças climáticas decorrem das alterações da temperatura média do planeta e do posicionamento paleogeográfico do continente ao longo do tempo.

As inferências sobre a evolução paleoclimática do planeta tem fundamentalmente como base os “sedimentos climaticamente sensíveis”; ou seja, sedimentos que fornecem informações sobre as condições climáticas em que foram depositados, podendo-se usar como exemplos os tilitos¹, evaporitos², carbonatos, dunas eólicas e carvões. Além desses, os dados de fauna e de flora são bons indicadores das características climáticas dominantes à época. A partir da plotagem dos dados sedimentológicos e paleontológicos em mapas paleogeográficos, podemos reconstruir, com razoável segurança, o contexto climático geral existente em diferentes intervalos de tempo.

Contexto paleogeográfico e paleoclimático do Meso/Neo-Triássico

O período Triássico representa um momento singular na história paleogeográfica do planeta. Durante este período todas as massas continentais estiveram unidas em um único supercontinente denominado Pangea, que teve o seu início no final do Carbonífero com o choque entre o Gondwana e a Laurásia, alcançando o seu máximo desenvolvimento no Triássico, com adição de pequenos continentes à costa sudeste da Ásia. O megacontinente do Pangea encontrava-se disposto simetricamente em relação ao Equador, formando uma porção contínua de terra, estendendo-se de cerca de 85° N a 90° S. O nível do mar foi baixo no Triássico. Em decorrência disso, os depósitos sedimentares são eminentemente continentais, com sedimentos marinhos restritos à porção oeste da América do Norte, ao leste da Ásia e ao longo da linha de costa norte e sul do Tethys, o protomar mediterrâneo³.

¹ Termo que designa um característico conglomerado glacial, produto do degelo de uma geleira e da conseqüente deposição da carga sedimentar que ela levava.

² Rochas depositadas por precipitação química em ambientes de circulação marinha restrita e sob clima árido, que condiciona a evaporação da água.

³ TUCKER, B. R. & BENTON, M. J. Triassic environments, climates and reptiles evolution. *Palaeogeogr., Paleoclimatol., Palaeoecol.*, v. 40, p. 361-369, 1982.

A maior parte da área continental emersa do Pangea estava sujeita a alteração e erosão, com a deposição tomando lugar em bacias localizadas.

Se o período Triássico é singular em termos paleogeográficos, o mesmo pode ser dito no que se refere ao paleoclima. Uma simples visualização dos indicadores paleoclimáticos já revela significativas diferenças em relação à atualidade. O que mais chama a atenção é a ausência de depósitos glaciais (tilitos), fato que, somado à presença generalizada de plantas e animais indicativos de condições climáticas temperadas em latitudes superiores a 60°, sugere um clima bem mais quente quando comparado ao atual, existindo temperaturas amenas mesmo em latitudes polares.

Além do clima ser mais quente, as faixas de umidade e aridez eram totalmente diferentes das hoje existentes. Segundo Hallam, o Pangea foi caracterizado por um zoneamento amplo, reconhecendo três zonas climáticas: uma zona eminentemente úmida em latitudes baixas, uma zona sazonalmente úmida nas latitudes intermediárias, e uma zona árida nas latitudes mais elevadas⁴. Cabe notar que a região sul do Brasil, naquela época, estava situada na zona sazonalmente úmida, ou seja, dentro de uma região climaticamente caracterizada por estações chuvosas alternadas com períodos relativamente secos (Figura 1).

Essa caracterização paleoclimática pode ser melhor compreendida a partir da apresentação e discussão de diferentes tipos de evidências que permitem refinar e detalhar as condições climáticas da região sul-brasileira, durante o período Meso e Neo-Triássico.

⁴ HALLAM, A. A review of Mesozoic climate. *J. Geol. Soc. London*, v. 142, p. 433-445, 1985.

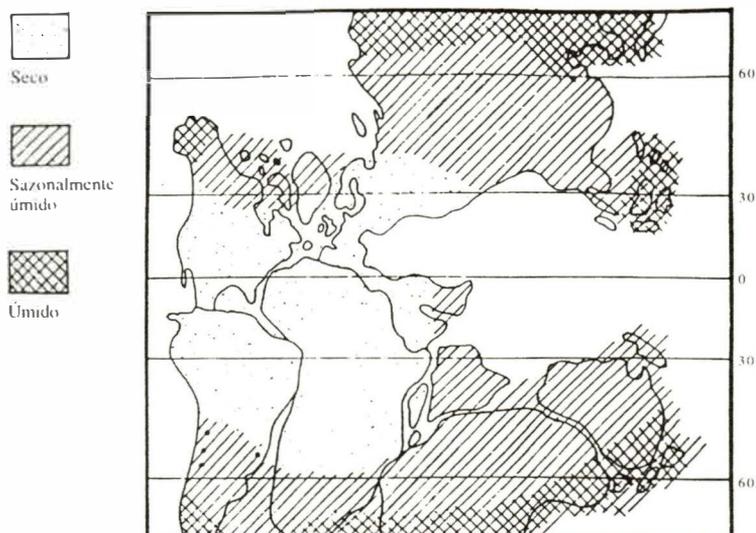


Figura 1. Representação esquemática das regiões áridas e úmidas do Triássico segundo Hallam. Os pontos pretos representam as bacias sul-americanas que contêm vertebrados fósseis (extraído de Faccini).

Evidências paleoclimáticas do Meso/Neo-Triássico Sul-Brasileiro

Para realizar um estudo paleoclimático, o pesquisador deve utilizar-se de todas as evidências disponíveis, tanto aquelas relacionadas aos tipos de rochas depositadas (evidências sedimentológicas) quanto aquelas pertinentes ao conteúdo paleontológico destas rochas: os fósseis indicativos de condições climáticas particulares, que habitavam apenas determinados ambientes ou viviam sob determinado regime termal.

Evidências sedimentológicas

Estudos sedimentológicos da Formação Santa Maria e Arenito Mata (vide coluna estratigráfica, Figura 2) têm contribuído com uma série de evidências que possibilitam a interpretação do paleoclima durante o Meso e Neo-Triássico. Em contraste com a abundância de depósitos eólicos do limite Permo-Triássico da Bacia do Paraná (Formação Sanga do Cabral), os depósitos do Meso e Neo-Triássico são caracterizados por sistemas fluviais e lacustres⁵, indicando condições mais úmidas para este intervalo de tempo.

A Formação Santa Maria pode ser subdividida em dois membros⁶: (1) Membro Passo das Tropas, basal, areno-conglomerático, de origem fluvial e (2) Membro Alemoa, pelítico-arenoso, de origem flúvio-lacustre (Figura 2).

O Membro Passo das Tropas é constituído por ruditos e arenitos, grossos a conglomeráticos, acinzentados; ocorre preenchendo paleovales que erodem a unidade subjacente (Formação Sanga do Cabral). Estes arenitos são lenticulares, apresentando internamente estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a médio porte e subordinadamente laminações plano-paralelas, além de complexas estruturas de corte e preenchimento. De acordo com Faccini, as características estruturais e texturais dos arenitos permite vincular a sua gênese a um sistema fluvial entrelaçado, efêmero, de alta energia.⁷

Recobrimo de forma abrupta os arenitos fluviais, ocorrem pelitos avermelhados, maciços ou finamente laminados, intercalados com siltitos e arenitos finos, níveis de calcretes⁸ e paleosolos (Membro Alemoa). Esta associação faciológica é interpretada como um sistema lacustre, caracterizado por corpos d'água rasos e de grande extensão lateral.⁹ A freqüente intercalação de horizontes de caliches e de paleosolos com os pelitos avermelhados evidencia a presença de lagos efêmeros, que se desenvolviam durante períodos de intensa precipitação e secavam nos intervalos de menor umidade. Tal sazonalidade também é marcada pela cor vermelha primária dos sedimentos. Holz defende a idéia de que a cor dos sedimentitos triássicos é oriunda de concentrações primárias de óxidos de ferro, lixiviado e trazido das áreas-fonte durante as fases de intensa pluviometria.¹⁰

⁵ FACCINI, U. F. *O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul. Uma análise sob o ponto de vista das seqüências deposicionais*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências), 1989. 121p.

⁶ ANDREIS, R. R.; BOSSI, G. E.; MONTARDOI, D. K. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31, Camboriú, 1980. *Anais*. Camboriú, SBG, v. 2, p. 659-673, 1980.

⁷ FACCINI, U. F. Op. cit.

⁸ Crostas carbonáticas que se formam nos horizontes de solo sob condições de clima semi-árido.

⁹ FACCINI, U. F. Op. cit.

¹⁰ HOLZ, M. A origem da cor vermelha nos sedimentitos do Triássico médio no Gondwana sul-brasileiro. *Acta Geologica Leopoldensia*, volume XV, n. 36, p. 157-58, 1993.

Em direção ao topo do Membro Alemoa ocorre um progressivo aumento da profundidade e dimensão dos corpos lacustres, acompanhado por um aumento na espessura dos depósitos deltaicos. Intercalados com os sedimentos lacustres, ocorrem arenitos finos a médios, esbranquiçados, com estratificações cruzadas de pequeno e médio porte, com abundantes intraclastos, vinculados a canais fluviais que se interdigitam com corpos lacustres. Desta forma, o padrão de empilhamento das fácies do Membro Alemoa aponta para condições climáticas sucessivamente mais úmidas, indicando um aumento da taxa de precipitação/evaporação ao longo do Meso e Neo-Triássico sul-brasileiro.

Condições predominantemente úmidas permanecem até o final do Triássico no sul do Brasil. Recobrimdo em discordância erosiva a Formação Santa Maria, ocorrem arenitos esbranquiçados, grossos a finos, com estratificações cruzadas acanaladas de médio a grande porte, intercalados com níveis lenticulares de siltitos e argilitos, interpretados como pertencentes a um sistema fluvial.¹¹ Associados as barras fluviais, ocorrem troncos fósseis silicificados de grande porte (Figura 2).

¹¹FACCINI, U. F. Op. cit.

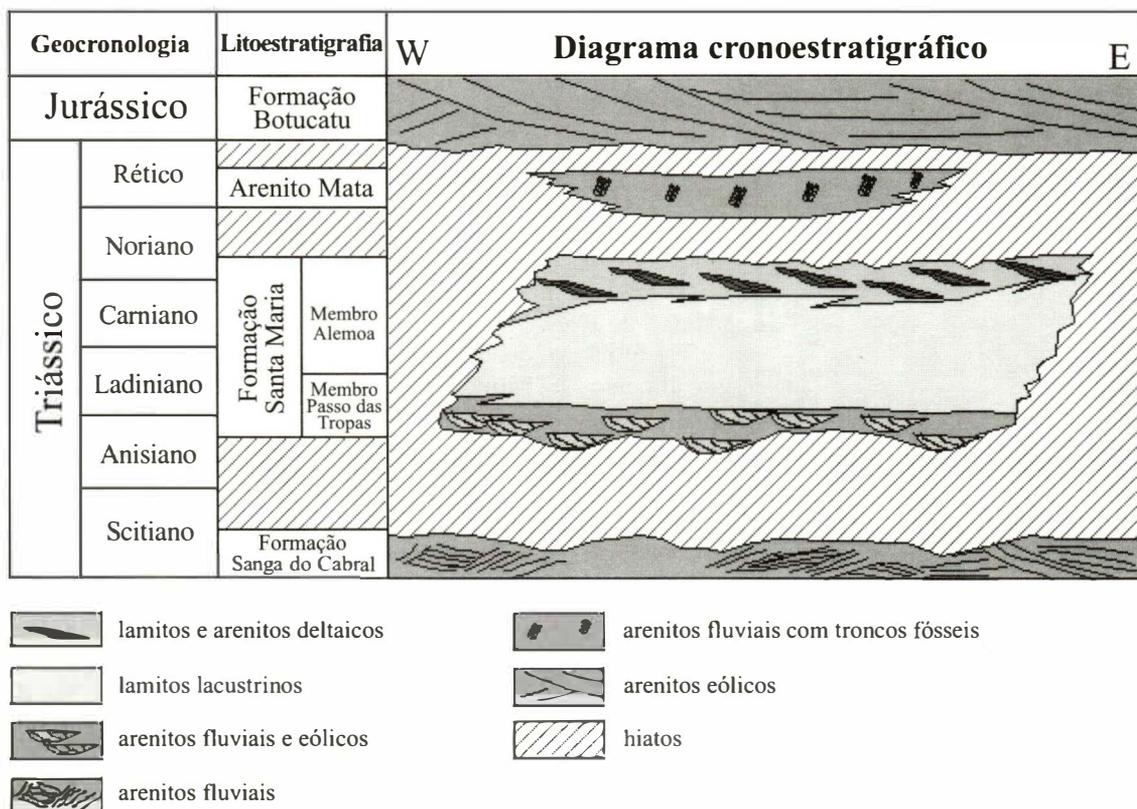


Figura 2. Coluna estratigráfica do Triássico no Rio Grande do Sul (baseada em Faccini e outros, modificado).

Em síntese, a interpretação da sucessão faciológica, revelando um domínio de sistemas deposicionais fluviais, aponta para um regime mais úmido do que árido, com importantes alternâncias entre períodos mais úmidos e mais áridos, mas com tendência a se tornar mais úmido em direção ao final do Triássico.

Evidências Paleontológicas

Os depósitos do Meso e Neo-Triássico sul-brasileiro apresentam diversificadas fauna e flora, com abundantes fósseis de plantas, conchostráceos não marinhos, além de uma rica fauna de paleovertebrados. Esses diferentes taxa fornecem importantes dados para a interpretação paleoclimática.

Paleontologia de Vertebrados

A fauna de tetrápodes das rochas em questão é composta basicamente de quatro grandes grupos reptilianos: cinodontes, tecodontes, rincossauros e dicinodontes, além de algumas formas de dinossauros. Todas as formas são quadrúpedes terrestres, sendo atribuído hábito anfíbio a apenas uma forma de tecodonte (*Proterochampsia*). Para mais detalhes sobre essa importante paleoherpetofauna, o leitor deve consultar Schultz¹². O que chama atenção é a ausência de fósseis de peixes e de anfíbios, que, embora ocorrendo durante o Triássico em outras partes do mundo, em localidades correspondentes à faixa de clima eminentemente úmida de Hallam, nunca foram encontrados nas rochas do Meso-Neo-Triássico do sul do país. Tal fato parece corroborar a teoria segundo a qual os corpos aquáticos não eram perenes. Durante as fases secas, os répteis poderiam migrar para zonas mais favoráveis, hábito de vida que os peixes e anfíbios são impedidos de exercer.

Deste modo, conclui-se que a presença massiva de répteis essencialmente de hábito terrestre e a ausência de anfíbios e peixes indica um regime climático que levava a cíclicas variações da quantidade de água no sistema deposicional flúvio-lacustre, como é característico de regiões de clima úmido, mas que têm significativos períodos semi-áridos intercalados.

Evidências Paleobotânicas

Conforme observação de Bolzon, o padrão observado nos anéis de crescimento dos troncos fósseis de coníferas indica um clima quente e sazonalmente úmido. Associado a isto, os processos de silicificação destes troncos ocorreram em ambientes de oscilação do nível de água e, provavelmente, em regiões de clima quente. Durante os períodos de umidade, a água da chuva promovia a dissolução da sílica presente no sedimento, ocorrendo formações de soluções silicosas que eram concentradas durante os intervalos secos.¹³

¹²SCHULTZ, C. L. Os répteis fósseis da região de Santa Maria. *Ciência e Ambiente*, Santa Maria, 10:7-25, 1995.

¹³BOLZON, R. T. *A lignitaflorescência Mesozóica do Rio Grande do Sul (Brasil): métodos de estudo e considerações sobre tafonomia, paleoecologia e paleoclimatologia*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências), 1993. 121p.

Desta forma, embora não sejam indicadores paleoclimáticos muito fortes, a presença e o tipo de troncos fósseis reforçam a interpretação de um clima sazonalmente úmido.

Conchostráceos

Moldes de conchostráceos (brânquiópodes) ocorrem em sedimentitos da Formação Santa Maria, sendo também relatados em sedimentitos de idade equivalente no norte da Argentina.

Atualmente, esses pequenos animais do grupo dos crustáceos vivem confinados a corpos lacustres temporários e frequentemente não muito grandes, destacando-se na ausência de faunas residentes de peixes.¹⁴ A exclusão mútua peixe-conchostráceo parece ocorrer também no registro fóssilífero e está relacionada à natureza temporária de existência dos corpos lacustrinos habitados por conchostráceos. Para Frank os microcrustáceos são comumente vinculados a lagos em zonas climáticas quentes e subáridas. Desta forma, sua presença nos sedimentitos Meso/Neo-Triássicos da região estudada corrobora, junto com a ausência de fósseis de peixes, a idéia de um clima sazonalmente úmido para o Triássico sul-brasileiro.

Modelo tafonômico

Um modelo bioestratinômico estabelecido para o Meso-Neo-Triássico alguns anos atrás¹⁵ aponta para um mecanismo de preservação que tem início em períodos de mega-enchentes.

Durante as enchentes, as planícies se transformavam rapidamente porque os rios transbordavam, inundando as partes emersas. Boa parte das manadas, surpreendidas pela repentina modificação em seu habitat, era vitimada nessas enchentes, morrendo por afogamento. Fenômeno análogo pode ser encontrado atualmente nas planícies da África central, onde períodos de chuva anormal fazem transbordar os rios e afetam pesadamente as manadas de ungulados ali viventes.

O resultado pós-inundação é uma grande quantidade de animais mortos, de todas as classes de idades, já que uma catástrofe natural desse tipo afeta indistintamente todas as faixas etárias de uma população.

Ao se analisar os esqueletos inteiros e articulados encontrados, nota-se que os mesmos, na maioria das vezes, apresentam-se em uma posição não natural, diferente de um animal que tivesse tombado e sido soterrado no local da morte. Os esqueletos encontrados apresentam-se contorcidos, com os membros e a cauda frequentemente entrelaçados e o crânio revirado ou o pescoço torcido. Isso sugere claramente que as carcaças dos animais foram remexidas depois da morte. Provavelmente ficaram flutuando, inchadas pelos gases da necrólise precoce, vindo a afundar na

¹⁴FRANK, P. W. Conchostraca. *Palaeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, v. 62, p. 399-403, 1988.

¹⁵HOLZ, M. & BARBERENA, M. C. Taphonomy of the south Brazilian Triassic paleoherpetofauna: pattern of death, transport and burial. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, Amsterdam, 107:179-197, 1994.

lama ou a encalhar nas margens dos corpos aquosos, resultando em um padrão de preservação típico.

Após a inundação, o nível das águas voltava ao normal e a parte das carcaças exposta era retrabalhada por necrófagos e pelos agentes naturais do intemperismo, o que deu origem aos restos fósseis desarticulados e/ou fragmentados que se encontram com frequência nas rochas daquela região.

A análise do processo de fossilização, por sua vez, mostra que ocorria uma fase de intensa precipitação de carbonato de cálcio na fase eo-diagenética, quando os elementos esqueléticos se achavam a pouca profundidade de soterramento. O mecanismo lembra aquele da formação de caliche, crostas endurecidas que se constituem no horizonte de solo em regiões onde fases de intensa pluviometria são seguidas por fases áridas. Durante as fases áridas, a água do nível freático sobe por capilaridade e cristais de calcita ou quartzo (dependendo dos elementos disponíveis) se formam nos espaços existentes, isto é, nos poros do material sedimentar e nos vazios naturais dos restos orgânicos. Análises micropetrográficas realizadas no material fossilífero da Formação Santa Maria mostram precipitação de calcita na zona esponjosa e nos canais de vasculação dos ossos, inclusive destruindo a anatomia interna e deformando-os morfológica e volumetricamente.¹⁶

Em resumo, os estudos tafonômicos informam que a história de preservação da paleoherpetofauna, desde a morte dos animais até a sua fossilização, é dominada por uma alternância entre fases extremamente úmidas e fases mais áridas, vindo a somar com as demais evidências paleoclimáticas.

Considerações finais

Tanto os dados sedimentológicos-estratigráficos, quanto os dados paleontológicos apontam, ao contrário das hipóteses anteriormente aceitas, uma condição climática úmida para o pacote Meso/Neo-Triássico sul-rio-grandense.

A presença na Formação Santa Maria de depósitos fluviais associados geneticamente a depósitos lacustres que contêm uma rica e diversificada paleofauna de vertebrados, indica a presença abundante de água no sistema. No entanto, as chuvas não se distribuíam de maneira uniforme durante todo o tempo. A intercalação de níveis de calcretes e paleosolos com pelitos avermelhados, denuncia a existência de lagos efêmeros, que tinham o seu máximo desenvolvimento durante os períodos chuvosos, secando nos intervalos de menor taxa de precipitação. Os dados tafonômicos disponíveis reforçam essa interpretação.

O Arenito Mata, que se encontra sobreposto à Formação Santa Maria, vem reforçar o modelo, sugerindo que as condições climáticas caracterizadas por uma estação chuvosa bem marcada

¹⁶HOLZ, M. & SCHULTZ, C. L. Taphonomy of the Southern Brazilian Triassic paleoherpetofauna: fossilization mode and implications for morphological studies. *Lethaia*, Stockholm, 1998. 24p. (submetido).

¹⁷HOLZ, M. & SCHERER, C. M. Sedimentological and paleontological evidence for palaeoclimatic change during the Southbrazilian Triassic: a register of a global trend towards a humid paleoclimate. *Epicontinental Triassic International Symposium*, Halle, Proceedings, 1998, (submetido).

Michael Holz e Claiton M. S. Scherer são professores do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

perduraram até o final do período Triássico. A unidade Mata é composta por arenitos esbranquiçados com estratificação cruzada acanalada, interpretados como um sistema fluvial entrelaçado de alta energia. Associado a estes arenitos são encontrados troncos fósseis indicativos de um clima sazonalmente úmido.

Os estudos ainda em andamento nos permitem correlacionar todas as ocorrências de rochas Meso/Neo-Triássicas no Gondwana, para verificar se essa caracterização climática é consistente ao longo de uma mesma faixa de paleolatitudes.¹⁷ Investiga-se também o fator controlador da alternância climática verificada. Até o momento não se pode afirmar que o controle é sazonal, o mais conhecido dos controles sobre o clima. Outros ciclos climáticos, tanto de curta duração (por exemplo, ciclo *El Niño*, ciclo de manchas solares, ciclo de Bruckner) quanto de duração "geológica" (por exemplo, Ciclos de Milancovitch) podem ser reconhecidos em sedimentitos antigos, porém, para o Triássico sul-brasileiro precisam ser investigados.

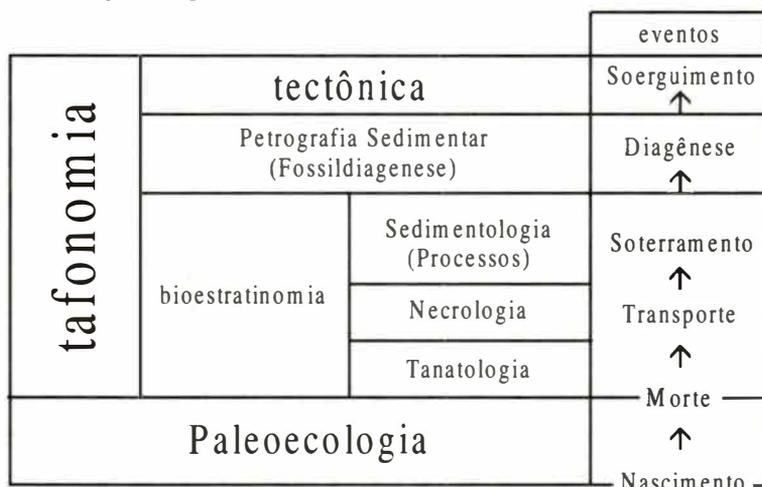
TAFONOMIA DE VERTEBRADOS: a arte de decifrar a origem do registro de paleotetrápodes

Michael Holz

A formação de fósseis está associada a uma complexa cadeia de acontecimentos de cunho biológico e geológico deflagrados a partir da morte dos organismos. Sucodem-se, então, diferentes etapas que incluem necrólise, desarticulação, transporte e soterramento, até a ocorrência final de processos físico-químicos de transformação, oportunidade em que os depósitos sedimentares assumem a forma de rochas e os organismos nelas contidos resultam fossilizados. A Tafonomia, ramo da Paleontologia que se dedica a estudar e interpretar estes processos, releva-se, pois, imprescindível para desvendar a paleoecologia e a evolução das paleocomunidades. Portanto, é do trabalho rigoroso dos tafônomos que literalmente afloram conhecimentos sobre os fósseis de vertebrados, como no caso da rica paleoherpetofauna que caracteriza as rochas triássicas do sul do Brasil.

Tafonomia de Vertebrados – passo a passo...

Para que um fóssil seja encontrado pelo pesquisador, uma cadeia de eventos bastante grande tem que ter ocorrido. Tais eventos sequenciais e múltiplos são responsáveis pela preservação do fóssil na rocha e, se apenas um deles não ocorrer, não haverá fossilização (Figura 1).



* Ver fontes bibliográficas das ilustrações no final do artigo.

Figura 1. Relação entre a Tafonomia, suas subdivisões e os eventos responsáveis pela origem das concentrações fossilíferas (de Simões & Holz, 1998).*

O primeiro destes eventos, o mais óbvio, sem dúvida, é o da vida, da existência do animal ou planta. Para ficar preservado na rocha, antes de mais nada o animal ou a planta devem ter vivido na época que a rocha em questão iniciou sua formação. Isso parece óbvio para ser comentado, mas não é. Como professor de paleontologia, freqüentemente nos deparamos com perguntas do tipo “por que tal animal fóssil não é encontrado no Rio Grande do Sul?”. E a resposta muitas vezes é “porque ele não vivia aqui nessa época”.

O hollywoodiano *Velociraptor*, por exemplo, assim como outros dinossauros famosos, viviam no final do período Cretáceo. Não existem rochas sedimentares do final do Cretáceo no Rio Grande do Sul, portanto, não adianta procurar...

Em resumo, é preciso salientar que nem todos os fósseis são encontrados em todos os lugares simplesmente porque eles não viviam ali.

O segundo evento fundamental é o da morte. Todo ser vivo tem seu ciclo de vida, que pode durar alguns minutos (bactérias), alguns dias (insetos) ou algumas dezenas de anos (répteis). Em geral, quanto menor o ciclo de vida, maior o número de indivíduos preservados. Assim, os fósseis de microrganismos, como radiolários ou foraminíferos, são muito mais abundantes do que

os microfósseis do tipo dinossauros. Em uma amostra de rocha do tamanho de um punho podemos encontrar centenas de exemplares de radiolários ou foraminíferos, enquanto que a prospecção de dezenas de afloramentos de rochas continentais pode fornecer não mais de meia dúzia de esqueletos ou ossos fragmentados de um animal como um dinossauro.

A causa da morte, por sua vez, é de fundamental importância para o estudo paleontológico, e é nesse item que a investigação tafonômica tem seu ponto de partida.

Os paleontólogos, assim como os biólogos, distinguem basicamente dois tipos de morte – a morte seletiva e a não-seletiva.

A morte seletiva é aquela que afeta uma população de modo natural, ao longo do ciclo de vida de uma geração, e tem basicamente a ver com a curva de sobrevivência das diferentes espécies. De modo geral, a morte natural atinge os indivíduos mais novos ou então os velhos, da faixa senil de uma população. Podemos representar as faixas etárias de uma população na forma de uma distribuição normal, como a da figura 2A, tendo como abcissa as classes de idade e como ordenada a frequência destas classes na população considerada. Como a morte natural atinge recém-nacidos, indivíduos jovens e indivíduos senis, são estas as classes de idade preferencialmente fornecidas para o registro fossilífero. Ao se efetuar uma análise das idades representadas pela assembléia fossilífera em estudo (avaliando tamanho dos ossos ou dos crânios, por exemplo), podemos elaborar outro gráfico (Figura 2B), que apresentará uma curva de distribuição bem diferente de faixas de idades. Nessa distribuição, as classes dos juvenis e dos senis são dominantes, enquanto que as faixas intermediárias representam aqueles indivíduos vitimados por doenças ou acidente, a que todos são sujeitos.

Já a morte não-seletiva implica em um resultado diferente. Esse tipo de morte é causado por alguma calamidade no meio ambiente, uma catástrofe em escala regional, algo como uma grande enchente ou uma estiagem severa e muito prolongada. Eventos desse tipo vitimam praticamente todos os indivíduos de uma população, e uma análise das idades representadas pelos restos fósseis revelará a presença de todas as classes de idades em proporções que se assemelham àquelas que a população considerada tinha em vida. Se essa população tinha uma curva de distribuição como a mostrada na figura 2C, por exemplo, o registro fossilífero apresentará uma distribuição de idades praticamente similar à mostrada na figura 2A. Em outras palavras, se a população cujos restos fósseis estamos analisando apresentar uma distribuição semelhante à distribuição normal, temos um forte indício de que essas formas de vida foram vítimas de morte catastrófica, causada por uma brusca e radical modificação no seu meio ambiente. Nesse caso, cabe analisar que evento foi esse e caracterizá-lo devidamente.

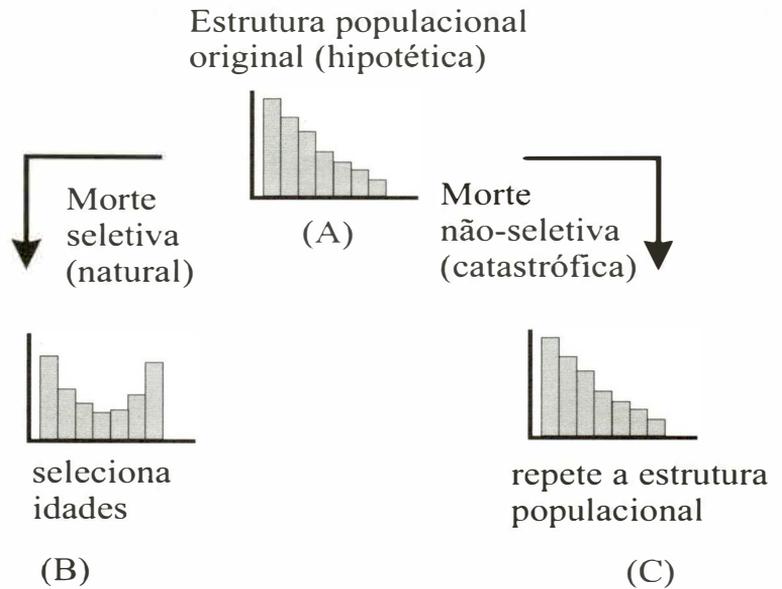


Figura 2. Diagrama para ilustrar a diferença entre morte seletiva e não-seletiva: em (A) está representada a estrutura de uma comunidade hipotética, em (B) a tafocenose gerada por morte seletiva (notar bimodalidade !), em (C) uma tafocenose gerada por morte não-seletiva, tipicamente catastrófica. Nesse caso, a estrutura populacional da tafocenose é basicamente similar à da comunidade original (de Simões & Holz, 1998, modificado).

Uma vez resolvida a questão da *causa mortis* dos fósseis, a análise tafonômica procede à investigação do grau de desarticulação e de transporte do material orgânico.

Por grau de desarticulação entende-se o quanto a estrutura anatômica está naturalmente destruída depois de ocorrer a decomposição ou *necrólise* dos tecidos moles (músculos, peles, cartilagens, intestinos etc.). Um invertebrado como um bivalve, por exemplo, pode ser encontrado com as valvas ainda conectadas e fechadas, com as valvas abertas mas conectadas pelas áreas de articulação, ou apenas as valvas isoladas, geralmente sem o par correspondente. No caso de um vertebrado, o esqueleto inteiro e articulado pode ser encontrado, ou apenas ossos isolados, sem possibilidade de montar um esqueleto inteiro.

O grau de desarticulação é um fator importante na análise tafonômica, porque fornece importantes pistas sobre dois aspectos fundamentais: o tempo decorrido entre morte e soterramento, e o grau de transporte sofrido pelo resto orgânico em análise.

Um baixo grau de desarticulação, correspondendo aos restos esqueléticos ainda inteiros e articulados, indica que muito pouco tempo decorreu entre a morte e o soterramento, enquanto que um grau alto de desarticulação implica longo tempo entre morte e

soterramento: Nesse caso, o animal morto ficou muito tempo exposto, às vezes anos ou décadas, e o meio ambiente pode ter retrabalhado os restos esqueléticos. Esse retrabalhamento se refere a processos que afetam os restos, tirando determinadas partes que poderiam ficar preservados se o soterramento ocorresse logo após a morte. A tafonomia¹ distingue retrabalhamento de origem biogênica e sedimentológica. O primeiro ocorre pela ação de organismos vivos no ambiente considerado, em especial necrófagos, que podem consumir partes das carcaças e fazer com que estas sejam soterradas de maneira incompleta – ossos de membros ou outros componentes esqueléticos estarão faltando na assembléia fossilífera. O outro tipo de retrabalhamento – o sedimentológico – é causado pelas forças geológicas exógenas e ocorre principalmente pela ação da água. Em ambientes continentais, o retrabalhamento se deve às correntes de rios e córregos, e no ambiente marinho, às ondas e correntes litorâneas. Esses processos desarticulam o resto orgânico e o espalham por uma área às vezes muito grande, o que implica concluir que o fóssil foi transportado, e o local onde é encontrado não corresponde ao local onde ele vivia. Desta forma, o grau de desarticulação fornece preciosa pista sobre o transporte do material.

O paleontólogo designa um fóssil que sofreu qualquer tipo de transporte de *alóctone* – um resto orgânico encontrado fora do local onde vivia –, e isso é de fundamental importância, porque todas as interpretações sobre o ambiente (paleoecologia) representado pelo resto orgânico valem para o local onde o organismo vivia, não para onde ele foi soterrado. Um exemplo extremo disso seria o de um fóssil terrestre cuja carcaça foi transportada pelos rios até o mar e lá soterrado pelos sedimentos marinhos. O paleontólogo que descobrir esse fóssil terá que necessariamente examinar com cautela o seu achado, sob pena de interpretar um paleoambiente continental onde na verdade existia mar; ou pode errar ao atribuir hábito marinho a um organismo que na verdade era de ambiente continental. Para esclarecer essa dúvida, o tafônomo deve analisar com cuidado tanto a morfologia do animal fóssil quanto as características das rochas encaixantes. Um animal terrestre, sem adaptações ao nado, por exemplo, dificilmente pode ser interpretado como marinho. Uma rocha formada no fundo de um antigo mar, por sua vez, tem características peculiares que permitem sua diferenciação em relação a rochas formadas em ambientes terrestres. Assim, o trabalho da tafonomia pressupõe uma análise com vários enfoques e exige do pesquisador conhecimentos tanto geológicos quanto biológicos.

Os dados tafonômicos como o grau de desarticulação e de transporte de um resto orgânico fóssil são, portanto, de extrema relevância para um estudo paleontológico correto. O grau de desarticulação deve ser detalhadamente observado e analisado para

¹ Do grego *taphos* (morte) e *nomos* (leis).

se chegar às conclusões corretas. A figura 3 mostra exemplos de fósseis com diferentes graus de desarticulação, ilustrando as várias formas sob os quais um fóssil pode se apresentar.

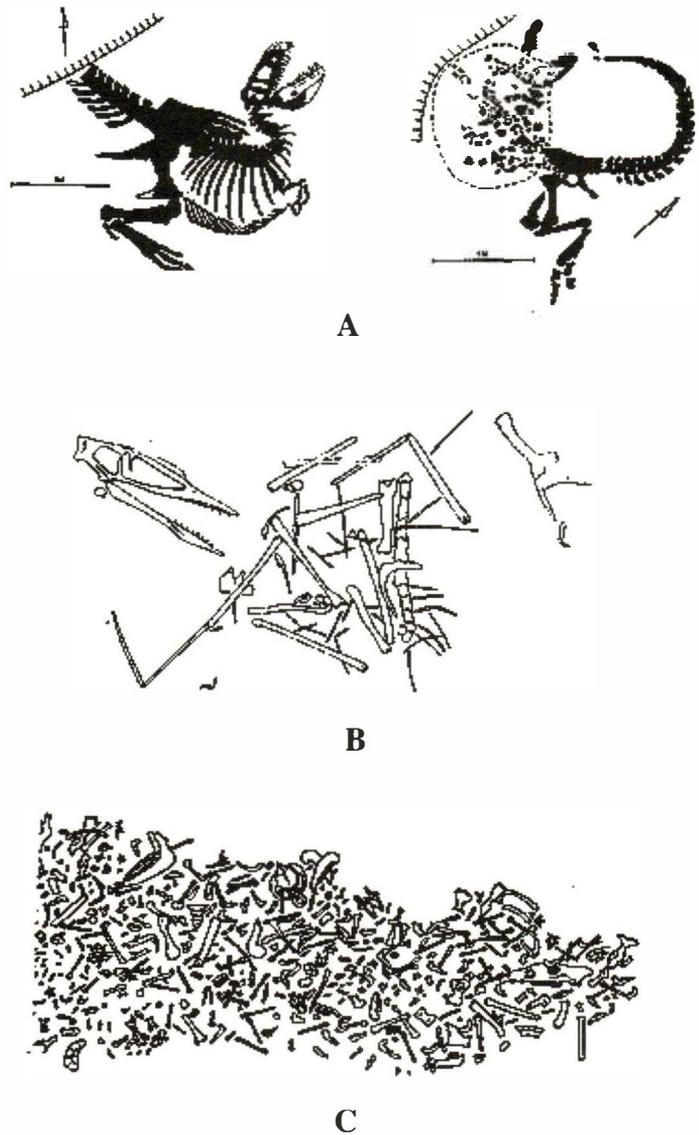


Figura 3. Exemplo dos vários estágios de desarticulação que os fósseis podem exibir: (A) Hadrossauros do Cretáceo da Mongólia, em perfeito estágio de articulação, (B) *Pterossaurus* de Solnhofen, desarticulado; (C) leito de ossos ou *bone-bed*, evidenciando extrema desarticulação e fragmentação. Fonte (na ordem): Gradzinski, 1974; Ziegler, 1983; Voorhiess, 1969.

Antes de passar à consideração do passo seguinte na investigação tafonômica, cabe fazer uma ressalva: nem sempre um baixo grau de desarticulação indica ausência de transporte. Um esqueleto inteiro, representando um resto com grau nulo de desarticulação, pode em alguns casos ter sofrido um transporte considerável. Isso acontece nos meios aquosos (lagos, mar) e é causado pelos gases de putrefação. As bactérias aeróbicas iniciam a decomposição dos tecidos moles logo após a morte do animal, num processo conhecido como necrólise. Os gases decorrentes desse processo se acumulam na carcaça e a fazem inchar, a ponto de baixar consideravelmente a sua densidade, permitindo que ela flutue. Estudos registram caso de flutuação de carcaças por centenas de quilômetros e dezenas de dias.² Quando a carcaça finalmente se rompe devido ao estado adiantado de necrólise, os gases escapam e a carcaça desce ao fundo, vindo a ser soterrada pelos sedimentos no fundo do mar ou de um lago. Desta forma, esqueletos inteiros podem ser encontrados nas rochas sem serem autóctones. O resultado extremo do processo de flutuação de carcaças seria o animal terrestre soterrado por sedimentos marinhos, como mencionamos anteriormente.

² SCHÄFER, W. *Ecology and paleoecology of marine environments*. Chicago: Chicago Press, 1972.

Processo similar pode ocorrer com todo organismo, como os já citados bivalves, e o tafônomo tem que estar alerta para essa possibilidade. Mais adiante veremos a importância dessa ressalva na história tafonômica dos restos de paleovertebrados da região de Santa Maria.

O terceiro passo metodológico na investigação tafonômica diz respeito ao evento de soterramento. Um resto orgânico, para ser preservado, deve ser soterrado pelo sedimento antes de sua desintegração completa. Restos de vertebrados, por exemplo, têm uma resistência frente ao intemperismo da ordem de 15 anos, o que quer dizer que se um osso, numa planície de inundação de um rio, não for soterrado dentro desse intervalo de tempo, ele não fossilizará.³ Um evento de soterramento é todo aquele que leva sedimento ao local onde se encontra o resto orgânico e o soterra, protegendo-o da ação do intemperismo, possibilitando assim que se inicie a fossilização. Nos ambientes terrestres tais eventos são as grandes cheias, que trazem lama e areia para áreas antes expostas; ou as tempestades no ambiente marinho, ocasiões em que ondas e correntes rapidamente levam sedimento para locais que normalmente não apresentam sedimentação efetiva. Nessa hora – a da interpretação do evento que soterrou os restos orgânicos fossilizados – o tafônomo tem que considerar os aspectos geológicos, porque é nas rochas que ficam gravadas as características do evento de sedimentação. O sedimento, quando em processo de formação, adquire uma série de características texturais e estruturais decorrentes do processo dominante na sedimentação. Assim, o tafônomo tem que interpretar corretamente a rocha sedi-

³ BEHRENSMEYER, A. K. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4 (2):150-162, 1978.

mentar onde o fóssil está contido e distinguir as rochas formadas por correntes daquelas formadas sob ação de ondas.

A necessidade de compreensão do soterramento justifica-se por duas razões. Primeiro, porque a origem da rocha sedimentar fornece importante pista sobre o habitat do resto orgânico encontrado (a não ser que o mesmo seja fortemente alóctone); e segundo, porque no evento de soterramento pode estar a causa de uma possível morte catastrófica (o soterramento pode ser não apenas o evento que soterrou o resto orgânico, mas também o fator causador de sua morte).

O que são eventos catastróficos para a biota, senão as grandes enchentes ou as tempestades? Nem sempre, mas frequentemente, o evento que soterrou os restos orgânicos e possibilitou a sua fossilização também é o causador de sua morte. A análise do processo de soterramento leva o tafônomo a outra importante consideração, que diz respeito ao tempo representado pela assembléia fossilífera. Uma camada de arenito com restos de vertebrados pode estar representando o resultado do acúmulo de dezenas de milhares de anos. Dependendo do processo de soterramento e principalmente da frequência com que ocorrem, a camada fossilífera pode conter restos de animais de muitas gerações, e o tempo representado pelo nível fossilífero, nesse caso, é o tempo decorrido desde a morte do primeiro até a morte do último indivíduo incorporado àquela camada. Esse tipo de estudo – chamado *time-averaging* – é de fundamental importância para o correto entendimento do processo evolutivo dos fósseis em questão.⁴ Se muitas gerações podem estar contidas em uma mesma camada fossilífera, eventualmente animais ecológica e evolutivamente distintos podem estar sendo analisados como sendo parte de uma mesma população e de um mesmo tempo geológico. A desatenção frente ao fator *time-averaging* pode, portanto, levar a erros de interpretação.

O quinto e último fator tafonômico a ser considerado diz respeito à diagênese. O que vem a ser a *diagênese*?

Um depósito sedimentar – o leitor pode imaginar uma camada de areia ou de lama, contendo alguns restos orgânicos, como ossos, conchas ou folhas – deve sofrer um processo físico-químico natural que o transforme em rocha. Para que isso aconteça, deve ocorrer na área de sedimentação um movimento de afundamento de parte da crosta continental, a *subsidência*. O afundamento, que leva dezenas de milhares a milhões de anos, permite o sucessivo soterramento – uma camada é soterrada pela seguinte. Esse movimento faz com que gradativamente as camadas atinjam grandes profundidades (da ordem de quilômetros) ficando com isso sujeitas às temperaturas e aos fluidos hidrotermais existentes nessas profundidades, além da sobrecarga devido

⁴ KIDWELL, S. M.; BEHRENS-MEYER, A. K. *Taphonomic approaches to time resolution in fossil assemblages*. Paleontological Society, *Short Courses in Paleontology*, n. 6, 1993.

ao sucessivo empilhamento de camadas (Figura 4). Nas profundidades antes citadas ocorre a transformação do depósito sedimentar em rocha – uma camada de areia vira arenito, uma camada de argila será transformada em argilito.

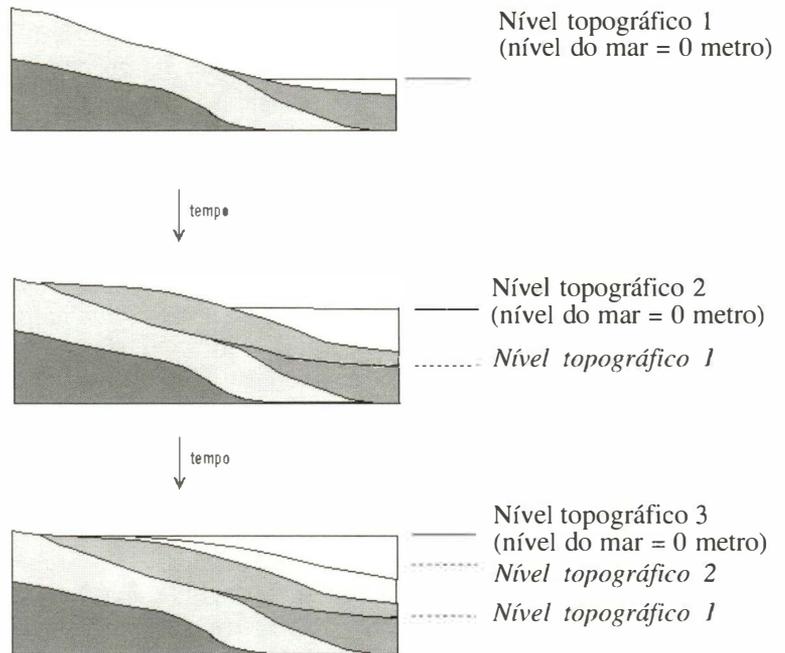


Figura 4. Esquema explicativo do mecanismo da subsidência: o rebaixamento gradual do terreno proporciona o acúmulo de uma camada de sedimento sobre a outra (de Holz, 1998).

É evidente que as transformações no material sedimentar, envolvendo precipitação de minerais, pressão e temperatura, afetam também os restos orgânicos nele contido. Isso leva a fósseis deformados e de tal modo alterados em sua forma e tamanho, que conduz a erros de identificação e taxonomia. Como boa parte da interpretação tafonômica, paleoecológica etc., é baseada nas informações taxonômicas, é claro que um erro taxonômico crasso pode afetar todas as interpretações.

Um pequeno exemplo: uma área de estudo é caracterizada taxonomicamente como muito diversificada, em função da abundância de gêneros e espécies. Em termos de paleoclima, tal área seria interpretada como sendo de clima ameno, temperado, úmido ou semi-úmido, porque regiões assim se caracterizam por uma

grande biodiversidade. Mas, e se o paleontólogo errou? E se as espécies e gêneros são fósseis taxonomicamente iguais mas preservados com diferentes graus de deformação e modificação morfológica devido à influência da diagênese? Nesse caso, uma revisão da sistemática sob os olhos da tafonomia revelaria um número muito menor de gêneros e espécies, e com isso mudariam as interpretações sobre o clima e sobre as relações paleoecológicas.

O exemplo citado é sem dúvida extremo, mas ilustra bem a importância que a influência da diagênese tem no estudo tafonômico.

Um outro processo físico-químico, que ocorre paralelamente à diagênese, deve ser estudado. Trata-se da fossilização – um conjunto de processos físico-químicos que transformam o resto orgânico efetivamente em fóssil. Esses processos podem envolver o preenchimento de poros e estruturas internas dos elementos esqueléticos, a formação de moldes ou a substituição da matéria orgânica (por exemplo, quitina) por matéria mineral (calcita, quartzo, pirita), para citar alguns. Um processo de fossilização leva necessariamente à perda de informações decisivas sobre a morfologia do fóssil e deve ser considerado pelo tafônomo.

Mas, com a análise da diagênese nossa breve viagem pela metodologia do trabalho tafonômico ainda não chegou ao fim. Outros fatores devem ser igualmente estudados, como os aspectos tectônicos, por exemplo. A camada sedimentar, a que virou rocha a quilômetros de profundidade, dentro da crosta terrestre, deve ser novamente levantada à superfície ou às zonas rasas da crosta terrestre, e quem faz isso são as forças tectônicas. A viagem de volta à superfície ou a níveis próximos a esta pode deixar seqüelas nos fósseis, como distorção, ruptura devido ao desenvolvimento de juntas e fissuras na rocha, ou alteração devido à exposição ao intemperismo.

Em síntese, a tafonomia analisa múltiplos aspectos, a maioria intimamente relacionados aos processos geológicos, o que faz desse ramo da ciência, sem dúvida, o mais geológico da moderna Paleontologia.

A tafonomia da paleoherpetofauna triássica do Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul, em especial a região central, envolvendo as cidades de Santa Cruz, Candelária, Santa Maria, São Pedro do Sul e Mata, é mundialmente conhecida pela rica fauna fóssil de suas camadas de idade Meso-Triássica.⁵ A fauna reptiliana é composta por quatro grandes grupos de animais quadrúpedes – tecodontes, cinodontes, rincossauros e dicinodontes. Os tecodontes eram predadores, com algumas formas alcançando

⁵ SCHULTZ, C. L. Os répteis fósseis da região de Santa Maria. *Ciência e Ambiente*, Santa Maria, 10:7-25, 1995.

seis metros de comprimento. O grupo dos cinodontes inclui carnívoros e herbívoros, enquanto que tanto os rincossauros quanto os dicinodontes eram essencialmente herbívoros. Estes fósseis são encontrados nas rochas vermelhas da região, que tem origem nas grandes planícies aluviais que existiram no Rio Grande do Sul durante boa parte do período Triássico. O que aconteceu com esses animais? Como morreram? Como ficaram preservados?

Analisando-se as ocorrências fossilíferas, nota-se certa confusão, sem nenhum padrão aparente. Há desde esqueletos inteiros e articulados (Figura 5) até restos desarticulados e fragmentados (Figura 6). Contudo, uma análise tafonômica detalhada revelou que existe um padrão bem definido no conjunto dos mais de mil espécimens fósseis até hoje encontrados, padrão esse que diz respeito à idade dos animais preservados.⁶ Analisando-se estatisticamente o conjunto de fósseis disponíveis, notou-se que nas assembléias preservadas havia uma proporção entre indivíduos juvenis, adultos e senis similar àquela esperada para uma população de répteis vivos. Em outros termos, não existe, nos fósseis, predomínio de alguma classe de idade, como seria de se esperar caso os animais fossilizados fossem predominantemente o resultado de uma morte natural, aquela que afeta mais os indivíduos juvenis e senis de uma população. Esse fato levou-nos a pensar que a principal causa da morte da paleoherpetofauna era do tipo catastrófico – algum evento natural e extraordinário devia periodicamente vitimar grande parte das manadas de répteis e fornecer um grande número de elementos ósseos para o registro sedimentar.

⁶ HOLZ, M. & BARBERENA, M. C. Taphonomy of the Brazilian Triassic paleoherpetofauna: pattern of death, transport and burial. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 107:179-197, 1994.

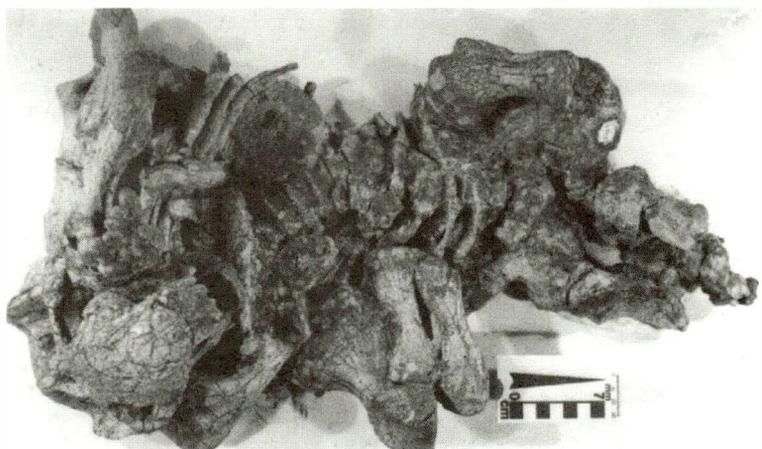


Figura 5. Esqueleto articulado de dicinodonte, típico réptil herbívoro do Meso-Triássico. Fósseis com esse tipo de preservação (Classe tafonômica I de Holz & Barberena, 1994) são resultado de carcaças que sofreram transporte por flutuação antes de afundar e serem soterradas pelo sedimento vermelho.

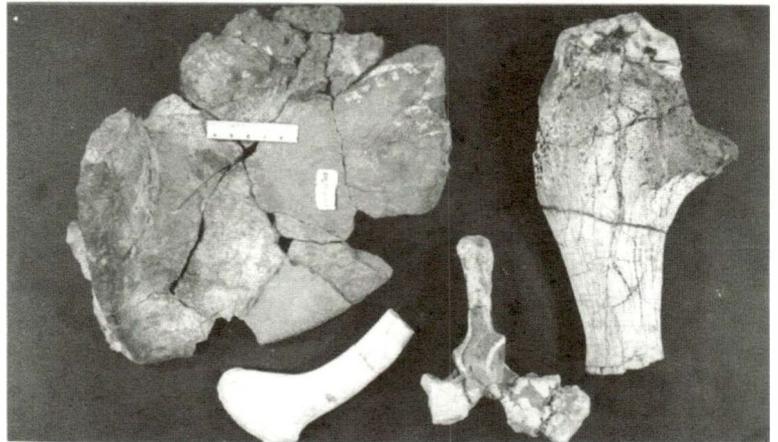


Figura 6. Restos desarticulados e fragmentados, constituindo a classe tafonômica IV de Holz & Barberena (1994). São restos que ficaram expostos por muito tempo antes do soterramento final. Com base nessa conclusão, advém uma pergunta óbvia – que eventos eram esses? Que catástrofes afetaram as populações de répteis que viviam nas planícies do Triássico sul-rio-grandense?

A resposta para esse tipo de pergunta está nas rochas encaixantes, que contêm os fósseis. As características das rochas vermelhas do Triássico da região de Santa Maria permitem interpretar uma origem flúvio-lacustrina. A paisagem, na época, era dominada por amplas planícies, entrecortada por rios e córregos, que desembocavam em lagos rasos e muito extensos. É bastante provável que periódicas mudanças climáticas, resultando em chuvas torrenciais, tenham transformado as planícies, fazendo os rios transbordarem, inundando as partes emersas. Boa parte das manadas, surpreendidas pela repentina modificação em seu habitat, ficava vitimada nessas enchentes, morrendo por afogamento. Fenômeno análogo pode ser encontrado atualmente nas planícies da África central, onde períodos de chuva anormal fazem transbordar os rios e afetam pesadamente as manadas de ungulados ali viventes.

O resultado pós-inundação é uma grande quantidade de animais mortos, de todas as classes de idades, já que uma catástrofe natural desse tipo afeta indistintamente todas as faixas etárias de uma população.

Um dado adicional que corrobora essa teoria pode ser citado. Ao analisar os esqueletos inteiros e articulados encontrados, nota-se que, na maioria das vezes, estão em posição não natural, diferente de um animal que tivesse tombado e sido soterrado no local da morte. Os esqueletos apresentam-se contorcidos, com os membros e a cauda freqüentemente entrelaçados, o crânio revirado ou o pescoço torcido. Isso sugere claramente que as carcaças dos animais foram remexidas depois da morte, resultando em um padrão de preservação típico de carcaças de animais que flutuaram após a

morte, vindo a afundar na lama do lago ou encalhando nas margens.

Após a inundação, o nível das águas volta ao normal e parte das carcaças fica exposta, podendo ser retrabalhada. Isso deu origem aos restos fósseis desarticulados e/ou fragmentados que são encontrados com frequência nas rochas da região de Santa Maria.

O mecanismo de morte e preservação por sedimento flúvio-lacustre se repetiu muitas vezes ao longo do Triássico. As rochas em discussão representam um intervalo de tempo da ordem de 10 milhões de anos, ou seja, cem mil séculos. Se tiver ocorrido apenas uma enchente de maior magnitude por século (como aquela que, na década de quarenta, inundou Porto Alegre, por exemplo), nós teríamos cem mil eventos de morte e preservação. Esse cálculo, porém, é superestimado, mesmo porque não há mais do que algumas dezenas de níveis fossilíferos na seqüência sedimentar estudada. Tal fato mostra que os eventos que efetivamente preservaram a paleoherpetofauna não eram muito frequentes.

Dessa forma, pode-se concluir que os grandes eventos que vitimaram as manadas de répteis e permitiram a sua preservação eram muito raros. A maior parte dos répteis do nosso Triássico deve ter vivido e morrido normalmente, não ficando preservada. As enchentes normais, mesmo aquelas que aos olhos dos homens pareciam grandes catástrofes, não eram efetivas como agentes de preservação.

As evidências geológicas e paleontológicas obtidas a partir de estudos paleoclimáticos indicam que as mega-inundações deviam ter uma frequência da ordem de 20 mil até 100 mil anos. Atualmente aceita-se que o clima na terra e suas grandes variações ao longo dos milhares de anos são controlados pelos chamados ciclos orbitais. O nosso planeta não tem uma órbita constante no tempo, mas sim bastante variável. Por exemplo, a inclinação do eixo geográfico do planeta varia 3 graus em um intervalo da ordem de 20 mil anos. Isto quer dizer que a cada 10 mil anos a terra tem uma inclinação máxima (de 24 graus) ou mínima (de 21 graus) e que quanto maior for a inclinação maior é o contraste entre inverno e verão. Essa é apenas uma das variações orbitais da terra (existem três, os chamados *Ciclos de Milancovich*)⁷. Portanto, o clima na terra varia de acordo com ciclos cuja duração é calculada pela astronomia e cujos efeitos sobre o clima na terra são bastante conhecidos e estudados pela geologia.

A resolução temporal, isto é, o reconhecimento sobre a frequência dos eventos de preservação de fósseis, é um dos grandes objetivos da paleontologia dos nossos tempos. Para o caso dos répteis fósseis do estado gaúcho, isso está sob investigação, mas pode-se afirmar com alguma certeza que existiram muitos mega-eventos como o anteriormente descrito, pelo simples fato de que existem muitos níveis fossilíferos na região. Cada nível corresponde, em teoria, a um mega-evento de morte e preservação dos répteis triássicos.

⁷ PLINT, A. G.; EYLES, N.; EYLES, C.; WALKER, R. G. Control of sea level changes. In: WALKER, R. G.; JAMES, N. P. (Eds.). *Facies Model – Response to sea level change*. Geological Association of Canada, 1992. p. 15-25.

BIBLIOGRAFIA

- HOLZ, M. *Do mar ao deserto – A história geológica do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Editora UFRGS, 1998 (no prelo).
- SIMÕES, M. G. & HOLZ, M. Tafonomia – ambientes e processos de fossilização. In: CARVALHO, I. *Paleontologia*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1998 (no prelo).
- VOORHIES, M. R. Taphonomy and Population Dynamics of an Early Pliocene Vertebrate Fauna. Knox Country, Nebraska. *Contributions to Geology. Special Paper* 1:69, 1969.
- ZIEGLER, B. *Introduction to Palaeobiology: General Palaeontology*. Chichester: Ellis Horwood, 1983.

Michael Holz é professor do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OS PROCESSOS TAFONÔMICOS EM VEGETAIS SUPERIORES

*Laureen Sally da Rosa Alves
Margot Guerra-Sommer*

A diversidade de registros fossilíferos vegetais expressa o modo particular pelo qual se verifica o processo de transformação de troncos, ramos, folhas, sementes, desde a desarticulação da planta matriz até a etapa final, a diagênese. Sendo assim, os estudos sobre a tipologia e as características dos fósseis, alvos da tafonomia, revelam-se decisivos quando se trata de compreender as alterações estruturais detectadas em cada fragmento. Exemplos representativos dos diferentes tipos de fossilização – permineralizações, petrificações, compressões, impressões, moldes – são abundantes nas seqüências estratigráficas do Rio Grande do Sul.

Considerações Gerais

O termo tafonomia (do grego *thapous*: morte) foi definido por Efremov como o estudo da transição dos componentes orgânicos de organismos vivos até assembléias fósseis.¹ A tafonomia, portanto, é mais abrangente do que a bioestratigrafia², que se detém nos processos que envolvem a inclusão dos organismos no sedimento; a tafonomia, mais ampla, contempla também a análise dos tipos de fossilização, resultantes de todo o processo que engloba as fases de decomposição, fragmentação, transporte, incorporação (recobrimento inicial) e diagênese.

Existem diferenças importantes entre a forma com que as plantas e animais são representados no registro fóssil. As plantas produzem em seu ciclo de vida um grande número de órgãos, cada um dos quais dispersos no ambiente de forma individual, e com potencial de preservação diferenciado em relação a transporte, deposição, preservação e retrabalhamento.

A evolução em mosaico – heteroblastia, que ocorre em vegetais superiores – gera diferentes taxas de evolução em órgãos distintos das plantas.³ Este fator afeta profundamente o estudo de fragmentos vegetais, pois níveis de evolução observados em um órgão isolado não podem ser extrapolados para a planta como um todo, a qual é raramente preservada de forma integral. Tais características, peculiares das assembléias paleobotânicas, levaram ao desenvolvimento de sistemática e taxonomia especiais, que permitem trabalhos com dados isolados.⁴ Esta complexidade fez com que análises tafonômicas de plantas tenham se desenvolvido de forma independente em relação à tafonomia de faunas.

Conforme Spicer e Thomas, os estudos até hoje realizados em assembléias fito-fossilíferas ainda não permitem o estabelecimento de padrões tafonômicos, sendo caracterizados, isto sim, em nível descritivo, processos que ocorrem em diferentes ambientes deposicionais.⁵

Os Processos Tafonômicos

Os diversos processos que podem ocorrer desde a fragmentação de uma planta e sua inclusão em diferentes tipos de ambientes deposicionais, geram tipos de fossilização diferenciados.

Os vegetais superiores crescem frequentemente em áreas erosivas, sofrendo quase sempre transporte até o sítio deposicional, mesmo aquelas plantas que viveram em áreas de acúmulo de sedimentos. Cada planta superior é composta por um grande número de órgãos, os quais são incorporados ao sedimento de forma individual.

A fragmentação da planta pode ser efetuada de diferentes maneiras. A abscisão (folhas, ramos, cones e esporângios) e a dispersão (pólen, esporos e sementes) são conseqüências do ciclo

¹ EFREMOV, I. A. Taphonomy: a new branch of paleontology. *Pan-American Geologist*, Des Moines, 74:81-93, 1940.

² WEIGERT, J. Geologie und Nordseefauna. *Der Steinbruch*, Berlin, 14:228-231; 244-246, 1919.

³ MENDES, J. C. *Paleontologia Básica*. São Paulo: T. A. Queiroz, USP, 1988.

⁴ SPICER, R. A. & THOMAS, B. A. (eds.). *Systematic and Taxonomic Approaches in Palaeobotany, Syst. Assoc. Spec.*, 31:1-321, 1986.

⁵ SPICER, R. A. & THOMAS, B. A. Op. cit.

de vida, portanto gerarão fragmentos íntegros. Alternativamente fragmentos podem ser separados da planta original por agentes biológicos em processos de fitofagia (fungos, insetos) ou por catástrofes tais como incêndios, tempestades, inundações e erupções vulcânicas. Os diferentes órgãos destacados por qualquer dos processos mencionados possuem também tecidos que têm diferentes potenciais de preservação. Portanto, se a resistência física de um determinado órgão ou fragmento de órgão irá protegê-lo contra os efeitos do transporte extensivo e da abrasão, é importante ressaltar que sua composição química irá controlar as taxas de decomposição por biogradção, elemento essencial no processo tafonômico.

De acordo com Scott e Collinson, em circunstâncias normais aeróbicas, tais substâncias irão decompor-se em um ordem específica.⁶ A decomposição aeróbica leva primeiro à perda de proteínas, açúcares e gorduras do citoplasma da célula. A celulose, que corresponde a 70% do volume da parede celular, em ambiente aeróbico, decompõe-se a seguir. A decomposição proporcionará enriquecimento de lignina, que representa apenas 30% da composição original da parede celular. A cutícula que reveste a folha e os talos jovens, formados por cutina, bem como a membrana protetora dos esporos e pólenes (esporopolenina), por serem altamente polimerizadas, resistem por muito tempo ao processo de oxigenação aeróbica.

Excluindo a oxigenação do sistema ou reduzindo a temperatura até próximo do ponto de congelamento, torna-se mais lento o processo de degradação do tecido. Mecanismos altamente seletivos continuam a atuar após a fase de fragmentação. São identificadas aqui três formas de inclusão no ciclo sedimentar: 1. inundação da comunidade *in situ*; 2. inclusão via sistema sedimentar; 3. incorporação como parte do ciclo de vida⁷. A inundação da comunidade de plantas *in situ*, acompanhada do sepultamento destas comunidades por sedimentos, constituem-se em fenômenos raramente referidos a partir de associações fósseis; o mais conhecido exemplo deste processo é o do Chert de Rhynie, da Escócia.⁸ Mais freqüentemente, os órgãos removidos pelos agentes citados anteriormente entram no ambiente deposicional via sistema sedimentar. As plantas que vivem em áreas potencialmente deposicionais, como planícies de inundação, margens de lagos estacionais, têm mais chance de preservar-se do que aquelas de regiões altas. Alguns órgãos podem ser incorporados no sedimento como consequência do ciclo de vida da planta. As plantas aquáticas, por exemplo, liberam suas estruturas reprodutivas (pólenes, esporos, sementes) na água, o que potencializa sua preservação. Uma vez incorporado ao ambiente de deposição, os fragmentos de plantas virão a sofrer alterações, como degradação, abrasão e fragmentação.

⁶ SCOTT, A. C. & COLINSON, M. E. Investigating fossil plant beds. Part I: The origin of fossil plants and their sediments. *Geology Teaching*, 7(4):114-122, 1983.

⁷ SCOTT, A. C. & COLINSON, M. E. Op. cit.

⁸ CHALONER, W. G & MACDONALD, P. *Plants invade the land*. Edinburgh: The Royal Scottish Museum, 1980.

- ⁹ SPICER, R. A. The sorting and deposition of allochthonous plant material in a modern environment at Silwood Lake, Silwood Park, Berkshire, England. *Prof. Pap. U. S. Geol. Surv.*, 1981.
- ¹⁰ ROLFE, W. D. I. & BRETT, D. W. Fossilisation processes. In: EGLINGTON, G. and MURPHY, M. T. eds. *Organic geochemistry*, Germany, 1969, p. 213-244.
- ¹¹ SCHOPF, J. M. Modes of fossil preservation. *Review of Paleobotany and Palynology*, Netherlands, 20:27-53, 1975.
- ¹² ALVES, L. S. R. Os fósseis vegetais nas rochas do sul do Brasil. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2, UFRGS, Porto Alegre, 1990, *Livro de Resumos*, 1990, n. 20, p. 30. ALVES, L. S. R. *Integração entre a Lignoflora e a Palinologia no Afloramento Passo São Borja (Fm. Irati - Bc. do Paraná)*. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Geociências. 174 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.
- ¹³ SCHOPF, J. M. Op. cit.
- ¹⁴ GUERRA-SOMMER, M. *Padrões epidérmicos da Flora Glossopteris na Jazida do Faxinal (Formação Rio Bonito, Kunguriano, RS): implicações taxonômicas, bioestratigráficas, paleoecológicas e paleogeográficas*. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Geociências. 710 p. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988.
- GUERRA-SOMMER, M. Megaflores ocorrentes em horizontes associados a camadas de carvões no Rio Grande do Sul. *Acta Geológica Leopoldensia*, 12 (29): 93-104, 1989.
- GUERRA-SOMMER, M. Padrões Epidérmicos de Glossopteridales da Tafloflora do

É aceito de forma genérica que um sepultamento rápido favorece a preservação do material plântífero, e este fato foi demonstrado em sedimentos modernos, considerando como variáveis as modificações no tamanho de grão.⁹ Sabe-se também que ambientes alcalinos, geradores de rochas carbonáticas, em geral não favorecem a preservação de plantas, enquanto que ambientes de composição ácida a favorecem.¹⁰ Neste estágio existe um grande número de fatores biológicos e químicos que podem proporcionar a preservação. Após a atuação do conjunto de processos químicos que correspondem à diagênese, resultam diferentes tipos de fossilização, caracterizados como: permineralização celular, compressão carbonificada, preservação autigênica e preservação durepártica. Estes modelos de preservação não são exclusivos e um espécime poderá exibir a integração entre dois ou mais tipos de fossilização.¹¹

Alves registra que a ocorrência de fósseis vegetais é comum em seqüências estratigráficas do Rio Grande do Sul, provenientes do espesso pacote de sedimentos que se depositaram em um grande intervalo de tempo.¹² Os tipos de fossilização mais frequentes são permineralizações (Figuras 2 e 7), petrificações, compressões, impressões e moldes (Figura 1).¹³ Impressões da Flora *Glossopteris*, típica do continente Gondwana, são provenientes dos sedimentos do Grupo Itararé, que dão testemunho de abundantes florestas provenientes de um clima muito frio. Em rochas associadas a camadas de carvão, predominam as compressões carbonificadas.¹⁴ (Figuras 3 e 4). Em sedimentos da Formação Santa Maria aparece uma associação de plantas, representada por impressões da Flora *Dicroidium* (Figura 5), que indica um clima muito quente.¹⁵ Entretanto, os fósseis mais abundantes no Rio Grande do Sul são os troncos pemineralizados ou petrificados, provenientes da Formação Caturrita¹⁶, ocorrentes nas áreas dos Municípios de Mata, São Pedro do Sul e Santa Maria, que constituem uma das maiores reservas do planeta (Figura 6).

A Preservação de Tecidos Lenhosos

Considerando que a sílica constitui-se no mineral mais importante no processo de permineralização, conforme evidência nas análises geoquímicas e petrográficas realizadas em madeiras fósseis na Bacia do Paraná, serão feitas aqui algumas considerações sobre o processo de fossilização, especialmente em tecidos lenhosos. A presença de carbonato em proporções muito pequenas (pelo menos 0,8%) como mineral permineralizante permite algumas observações sobre a permineralização carbonática. Tendo em vista que podem existir níveis milimétricos de carbonificação na porção mais externa dos fragmentos, serão efetuadas também considerações sobre este processo.

Faxinal (Formação Rio Bonito – Artinskiano-Kunguriano, Bacia do Paraná, Brasil) *Pesquisas*. Porto Alegre, 1(19):26-40, 1992.

¹⁵BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. A Tafoflora Triássica da formação Santa Maria, RS, Brasil. I. Equisetales, Ginkgoales, Coniferales e Pteridophylla. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 8, 1983, Rio de Janeiro, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. SBP, 2, 1983, p. 539-549.

BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. A Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil. II. Representantes de Pteridospermopsida e Pteridophylla. IV *Reunião de Paleobotânicos e Palinólogos*. USP, São Paulo, 1983. Boletim IG, 1983.

BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. A Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil: III – *Dicroidium odontopteroides*, *Dicroidium zuberi* e variações relacionadas a estas espécies. *Pesquisas*, Porto Alegre, 17: 215-232, 1985.

GUERRA-SOMMER, M., KLEPZIG, M. C. & BORTOLUZZI, C. A. A Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Brasil e sua Importância Bioestratigráfica. III CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA México. SIMPÓSIO SOBRE FLORAS DEL TRIÁSSICO TARDIO, SU FITOGEOGRAFIA Y PALEOECOLOGIA. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 1985. p. 33-41.

¹⁶BOLZON, R. T. A *Lignitafoflora Mesozóica do Rio Grande do Sul (Brasil): Métodos de Estudo, Tafonomia, Paleocologia e Paleoclimatologia*. Porto Alegre: Curso

Como já referiram diversos autores, a silicificação de plantas não se constitui em uma substituição, mas em uma permneralização gradual, quando o material hidroxílico orgânico e outros grupos funcionais, como ácido mono ou policíclico em solução, formariam um padrão para a precipitação da sílica.¹⁷

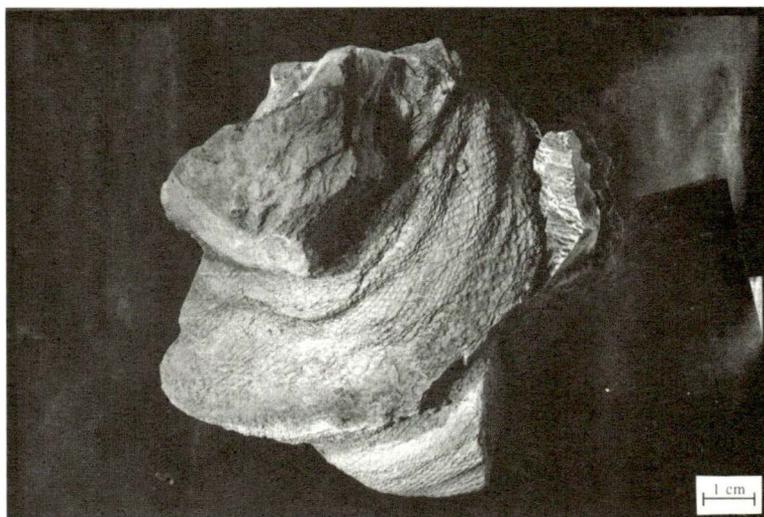


Figura 1. Base abaulada de licófito arborecente (Guerra-Sommer, 1989). Tipo de fossilização: molde (Schopf, 1975). Escala=3cm

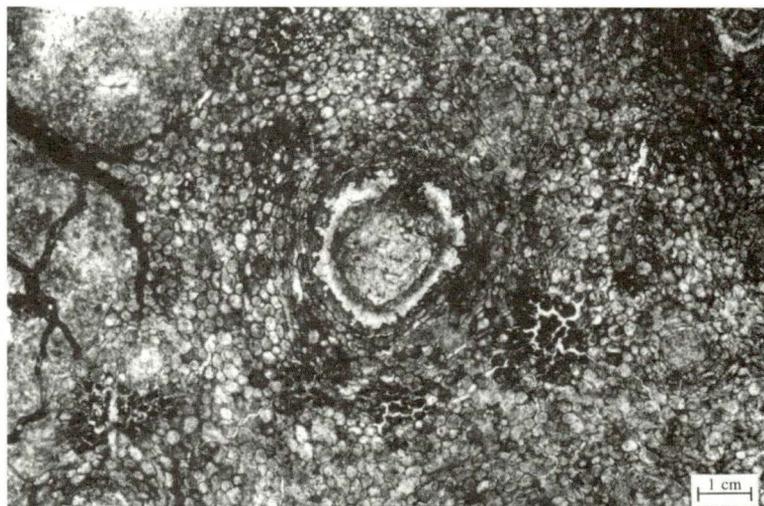


Figura 2. *Barakaroxylon resiniferum* (Guerra) Alves, 1994: seção transversal parcial da medula evidenciando canal secretor, células parenquimáticas e ninhos de células secretoras. Detalhes anatômicos preservados em madeira silicificada. Tipo de fossilização: permneralização (Schopf, 1975). Escala=354µm



Figura 3. *Glossopteris brasiliensis* Guerra-Sommer, 1988: constituição da esculturação epidérmica e estômato na zona interfascicular. Tipo de fossilização: compressão carbonificada (Schopf, 1975). Escala=20 μ m



Figura 4. *Glossopteris brasiliensis* Guerra-Sommer, 1992: detalhe médio basal da lâmina foliar. Tipo de fossilização: compressão carbonificada (Schopf, 1975).

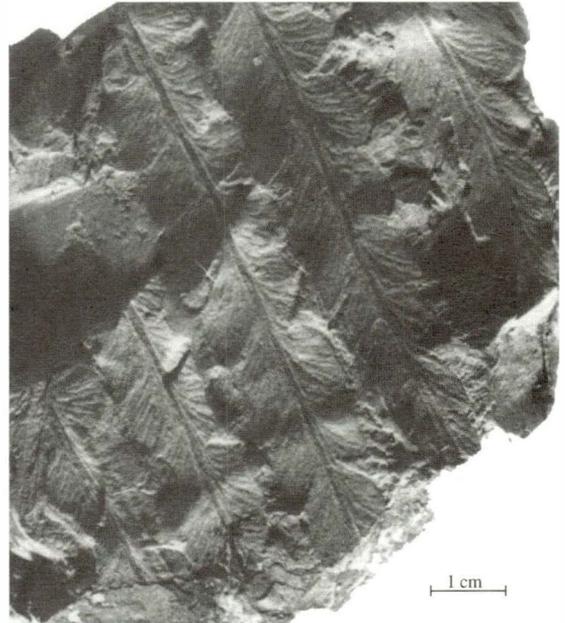


Figura 5. *Dicroidium zuberi* var. *zuberi* (Bortoluzzi et alli, 1985). Tipo de fossilização: impressão (Schopf, 1975). Escala=0,7cm

de Pós-Graduação em Geociências. 142 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1983.

MINELLO, L. F. *As Florestas Petrificadas da Região de São Pedro do Sul e Mata, RS: introdução ao estudo dos processos de fossilização e análise morfológica; legislação pertinente e análise do desenvolvimento da consciência preservacionista*. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Geociências. 483 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1983.

¹⁷ BUURMAN, P.; VAN BREEMEN, N.; HEWSTRA, S. Recent silicification of plant remains in acid sulphate soils. *Neues Jahrb. Mineral Monatsh.* 3: 117-124, 1973.

KNOLL, A. H. Exceptional preservation of photosynthetic organisms in silicified carbonates and silicified peats. *Phil. Trans R. Soc. Lond.*, B311: 111-122, 1985.

LEO, R. F.; BARGHOORN, E. S. Silicification of wood. *Bot. Mus. Leaflets Harv. Univ.*, 25:1-46, 1976.

¹⁸ SCOTT, A. C. A review of the ecology of Upper Carboniferous plant, with new data from Strathclyde. *Palaeontology*, Londres, 20(2): 447-473, 1977.

Scott se refere à permineralização carbonática como um dos tipos mais comuns de fossilização em fragmentos vegetais.¹⁸ Na geração de “coal balls”, o carbonato de cálcio e de magnésio infiltra-se na turfa antes que ocorra degradação ou compactação; desta forma, a permineralização primária proporciona excepcional



Figura 6. Madeira fóssil, *in situ*, localizada no afloramento Piscina, Formação Caturrita. (Triássico). Tipo de fossilização: petrificação (Schopf, 1975).



Figura 7. *Barakaroxylon resiniferum* (Guerra) Alves, 1994. Madeira fóssil, proveniente do afloramento Passo São Borja, Formação Irati (Permiano). Tipo de fossilização: permineralização (Schopf, 1975).

preservação, incluindo detalhes anatômicos e histológicos. A calcita é precipitada como cristais fibro-radiados nucleados nas paredes das células. As permineralizações carbonáticas podem ocorrer em seqüências de origem marinha e sedimentos continentais, sendo também associadas com rochas basálticas vulcânicas. Uma quantidade relativa de matéria orgânica é portanto necessária para a origem de um microambiente que conduza à silicificação.

Leo e Barghoorn enfatizam que o grau de informações observadas em caules silicificados é limitado pelo estado da estrutura orgânica anterior à silicificação.¹⁹ O potencial de preservação aqui é importante, pois determinados componentes do tecido vascular, tais como lignina, são mais resistentes do que outros, como a homocelulose. Todavia os autores postulam que é necessário algum grau de decomposição para a efetiva permineralização, no sentido de aumentar a permeabilidade das paredes celulares, criando espaços vazios para a deposição da sílica e originando áreas ativas para a ligação entre os componentes orgânicos e minerais. Este grau de degradação deve ser insignificante do ponto de vista morfológico, atuando no nível molecular. A silicificação inicia na parte externa dos troncos, progredindo para as porções mais internas; a degradação mais intensa pode gerar a destruição de tecidos, sendo as cavidades resultantes preenchidas por quartzo cristalino.

Os mecanismos de concentração da sílica podem ser divididos em evaporação, interação meteórica, reação redox/pH e saturação deposicional. Observações efetuadas por Leo e Barghoorn em madeiras cenozóicas evidenciaram a presença de opala, que pode apresentar características de tridimita.²⁰ Após o sepultamento, aumentando a concentração de sílica e diminuindo a concentração de água, a opala evoluiria para quartzo; portanto, os espécimes preservados em seqüências mais antigas do Triássico ou Permiano seriam compostos por quartzo microcristalino ou calcedônia.

Knoll registra que, na grande maioria dos casos, a silicificação ocorre em estágios relativamente iniciais na história do sepultamento dos sedimentos envolventes, em profundidade de 1 a 10 metros.²¹ Scott e Collinson caracterizam, para a fase de sepultamento, o estágio correspondente à "permineralização inicial" dos espaços originalmente vazios na planta.²² Já o estágio de "petrificação" será atingido somente em um segundo nível de permineralização durante a diagênese, quando as paredes celulares intensificam seu processo de degradação. Neste caso, a substituição gradual do esqueleto orgânico é efetuada de forma que, no final do processo, réplicas da estrutura permineralizada são produzidas. É importante salientar que tal processo não corresponde à histametabose proposta no início do século, que apresentava como modelo do processo de permineralização a substituição molécula a molécula. No processo de permineralização gradativa, por outro lado, são destruídos todos os tecidos pouco resistentes, persistindo apenas

¹⁹LEO, R. & BARGHOORN, E.
S. Op. cit.

²⁰LEO, R. F. & BARGHOORN,
E. S. Op. cit.

²¹KNOLL, A. H. Op. cit.

²²SCOTT, A. C. & COLINSON,
M. E. Op. cit.

aqueles que apresentam compostos orgânicos resistentes à degradação, no caso a lignina e a celulose. A lignina é mais refratária, portanto tecidos lenhosos lignificados (lenho tardio) tenderão a preservar-se melhor do que os menos lignificados (lenho inicial).

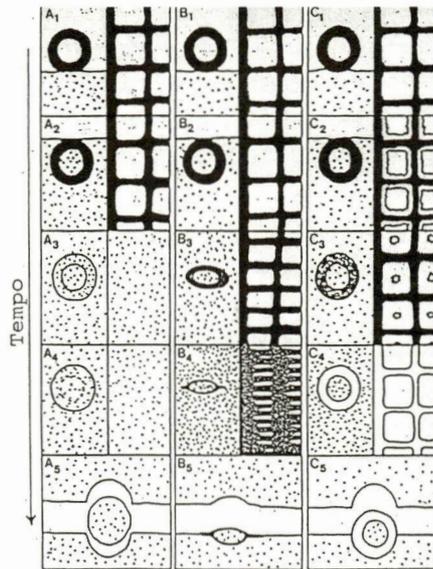
Após o sepultamento, o tronco sofrerá inevitavelmente algum tipo de compactação ou achatamento à medida que o sedimento adicional é depositado sobre ele. Walton²³ estabelece premissas teóricas, confirmadas depois por trabalhos práticos de Harris²⁴, Rex²⁵, Rex e Chaloner²⁶, de que compressões levariam à distorção no plano vertical, com expansões laterais mínimas (Figura 8).

²³WALTON, J. On the factor which influence the external forms of fossil plants: With descriptions of the foliage of some species of the Palaeozoic Equisitales genus *Annularia* Sternberg. *Phil. Trans R. Soc.*, 226:219-237, 1936.

²⁴HARRIS, T. *Williamsoniella ligneri*: Its pollen and compression of spherical pollen grains. *Paleontology*, 17:125-149, 1974.

²⁵REX, G. The compression state of preservation of Carboniferous lepidodendroid leaves. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 39: 65-85, 1983.

²⁶REX, G. M.; CHALONER, W. G. The experimental formation of plant compression fossils. *Palaentology*, Londres, 26:231-252, 1983.



A. Molde
B. Compressão
C. Permineralização
Petrificação

Figura 8. Diagrama ilustrando diferentes processos de fossilização em fragmentos de lenho, em ambientes de deposição distintos (Thomas e Spicer, 1987 - modificado).

Em escala microscópica, a compressão leva à destruição dos detalhes celulares, pois a água é expelida desde o tecido lenhoso, sendo, em consequência, as paredes celulares opostas impelidas a um contato; se a compactação é extrema, a matéria orgânica torna-se amorfa, passando por notáveis alterações químicas. O aumento da temperatura e pressão produzirá um aumento da percentagem de carbono, sendo o hidrogênio expelido na forma de água, dióxido de carbono e gases, como o metano. À medida que a percentagem de carbono aumenta, ocorre também o aumento da resistência à degradação, processo conhecido como carbonificação. Comer registra que este processo exige temperatura e aquecimento em frequências constantes, pois normalmente os restos orgânicos passam por transformações quando aquecidos, como resultado de soterramento, intrusões magmáticas e contatos com fluidos hidrotermais. O autor refere ainda que o aquecimento em subsuperfícies, normalmente em ambientes anaeróbicos, apresenta como produto de reação resíduos de carbono e metano.²⁷ A proporção e quantidade destes produtos de-

²⁷COMER, J. Thermal alteration. In: PRATT, L. M.; COMER, J. B.; BRASSEL, S. C. *Geochemistry of Organic Matter in Sediments and Sedimentary Rocks*. 1982. p. 73-100.

pende da massa original, composição da fração orgânica, natureza da rocha matriz, dos processos biológicos e químicos e dos demais processos que ocorrem durante a diagênese inicial e história termal do sedimento. Todo o processo de alteração termal é irreversível e está diretamente relacionado ao tempo e à temperatura a que foi exposto o material. O maceral adotado na análise petrográfica de carvões, para o estabelecimento de medidas de alteração termal é a vitrinita. Este maceral não é restrito apenas a carvões, podendo ocorrer também disperso em sedimentos finos, ou representado em um megafóssil.

Thomas e Spicer esquematizam os processos de fossilização, relacionados à origem de moldes externos, petrificações e compressões carbonificadas em caules, às conseqüências da inclusão em diferentes ambientes deposicionais e às alterações em nível celular.²⁸ A Figura 8 ilustra o preenchimento de espaços vazios que ocorrerão ao longo de processos distintos, dando origem a moldes (A), compressões carbonificadas (B) ou permineralizações (C). Desta forma, a partir da inclusão do caule, em ambiente subaquoso, em subsuperfície (A, B ou C), inicia-se o soterramento em ambiente específico. A partir daí, dependendo do ambiente deposicional, alterações morfológicas distintas ocorrerão. Assim, em ambientes com altas taxas de oxigenação (A₁, A₂, A₃, A₄, A₅) gerar-se-ão moldes da morfologia externa ou interna do caule, sendo que nenhuma informação celular é preservada. Por outro lado, a intensa compressão em ambiente anaeróbico gerará distorção morfológica celular (B₃, B₄) e, em níveis de alta compressão, a carbonificação evolui com a perda de voláteis, desaparecendo a evidência de lúmen celular (B₄). A partição da rocha matriz evidencia, no caso de compressão (B₅), impressões superficiais e compressão do caule. Já em ambientes que favoreçam a permineralização em fases iniciais do sepultamento, começa a ocorrer a precipitação mineral intracelular (C₂); como conseqüência, a estrutura tridimensional das células é preservada e o processo de permineralização de parede se inicia (C₃) até que ocorra a petrificação total (C₄) com a preservação tridimensional do fóssil (C₅).

A manifestação de diferentes tipos de fossilização no mesmo exemplar permite inferir que processos distintos ocorreram em paleoambientes diversificados, gerando o que pode ser caracterizado como um "fóssil de transição".²⁹

Mussa e Coimbra registram, para a formação Irati, a ocorrência destes estágios transicionais, onde o exemplar sofre inicialmente processo de carbonificação, que não se completa, seguindo-se a penetração por soluções enriquecidas por sílica.³⁰ Assim, um mesmo exemplar pode apresentar-se carbonificado, em diferentes graus, e silicificados. Segundo os autores, isso pode representar a variação ambiental em um curto espaço de tempo, onde a bacia passou de um ambiente redutor a condições de maior oxigenação.

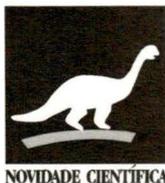
²⁸ THOMAS, B. A.; SPICER, R. A. *The Evolution and Palaeobiology of Land Plants*. Portland: Croom Helm Ltd., 1987. v. 2, 309 p.

²⁹ ALVES, L. S. R.; GUERRA-SOMMER, M.; JABLONSKY, A & MILTZAREK, G. L. Interpretação Tafonômica a partir de Processos Distintos de Fossilização em um Plano Lenhoso da Formação Irati, Bacia do Paraná, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13, São Leopoldo, 1993. *Boletim de Resumos*, 1993. p. 101. JONES, P. T., SCOTT, A. C. and MATTEY, D. P. Investigations of "fusain transition fossils" from the Lower Carboniferous comparisons with modern partially charred wood. *International Journal of Coal Geology*. Amsterdam, 22:37-59, 1993.

³⁰ MUSSA, D. & COIMBRA, A. M. Método de Estudo Tafonômico Aplicado a Ligniespécies Permianos da Bacia do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, n. 1, v. 56, 1984. p. 85-101.

Laureen Sally da Rosa Alves é doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Margot Guerra-Sommer é professora do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



NOVOS FÓSSEIS DE DINOSSAUROS NA REGIÃO DE SANTA MARIA

*Laboratório de Paleontologia
PUCRS*

Ao cabo de quase três décadas sem novos registros de fósseis de dinossauros no Rio Grande do Sul, uma notícia auspiciosa: a equipe de pesquisadores do Laboratório de Paleontologia da Pontifícia Universidade Católica, após três expedições à região de Santa Maria, descobriu partes dos esqueletos de dinossauros pertencentes ao grupo dos prosaurópodos – provavelmente o seu representante mais primitivo –, além de vários répteis do período Triássico. A operação de coleta realizada em sítio próximo ao trevo que conduz ao bairro Camobi, junto à rodovia RS-509, põe em evidência, mais uma vez, o vasto potencial fossilífero existente na faixa central do território sul-rio-grandense, desde Candelária até os arredores de Mata, passando por Santa Maria e São Pedro do Sul.

As expedições

Entre janeiro e março de 1998, a equipe do Laboratório de Paleontologia do Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul realizou três expedições de coleta à região de Santa Maria. O trabalho de prospecção concentrou-se na Vila São José, área altamente fossilífera, que apresenta ainda outros pontos favoráveis: a diversidade da fauna, a grande extensão horizontal e vertical do afloramento, a ausência de vegetação, a facilidade de acesso ao local e a enorme quantidade de fósseis expostos pelo intemperismo (Figura 1). A primeira coleta ocorreu em janeiro de 1998, ocasião em que foram encontrados o pós-crânio do que seria um dos mais antigos dinossauros do mundo e partes de vários répteis de idade triássica. Em nova expedição, realizada no mês de fevereiro com vistas a localizar o crânio deste indivíduo, foram descobertos outros dois exemplares do mesmo dinossauro, ocorrência sem registros no Estado desde o início da década de 70.



Figura 1. Vista do local de coleta dos fósseis. Vila São José, Santa Maria, Rio Grande do Sul. (Foto de Paulo Fernando Machado)

As descobertas

Os três exemplares de dinossauros recolhidos nestas expedições procedem de um mesmo nível da Formação Santa Maria.

Os ossos do primeiro espécimen são do pós-crânio, correspondendo à coluna vertebral, desde as primeiras vértebras cervicais até as caudais anteriores, ambas as escápulas, úmero e parte proximal da ulna direita, cintura pélvica completa com fêmures de ambos os lados, tíbia, fíbula e tarsais do lado direito.

O segundo indivíduo apresenta igualmente cintura pélvica e fêmur esquerdo, além de escápula e úmero direito e algumas

vértebras. Associado a este indivíduo foi encontrada parte do molde interno da mandíbula com restos das coroas dos dentes.

Do terceiro indivíduo foram recolhidas a parte distal da tíbia e algumas falanges. Como partes dos esqueletos dos três espécimens estão ainda cobertos por rocha, não ficam descartadas possíveis novidades quanto ao grau de conhecimento do animal.

Os elementos até agora estudados evidenciam que o novo dinossauro seria um prosaurópodo, talvez o mais primitivo deste grupo (ver reconstituição na Figura 2). Entre as suas principais características merecem destaque as coroas dentárias em forma de folha com bordos serrilhados, atestando sua provável dieta herbívora, que poderia incluir também pequenos animais. Na pélvis, entre as características mais notáveis, destaca-se o fato de que o acetábulo não seja perfurado, o que permite a sua diferenciação em relação à maioria dos dinossauros basais. Estima-se que o exemplar teria alcançado um metro e meio de comprimento e cinquenta centímetros de altura, sendo, portanto, como é comum à maioria dos dinossauros basais, de tamanho bem moderado.

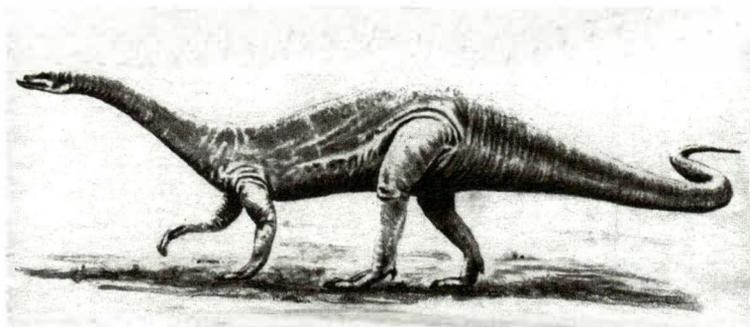
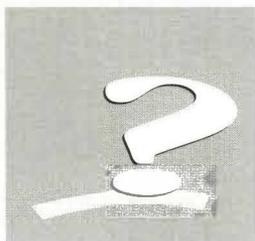


Figura 2. Reconstituição do dinossauro encontrado na região de Santa Maria, Rio Grande do Sul. (Desenho de Rigon).

Associados às ossadas de dinossauros, foram encontrados restos de dois rincossauros e de um cinodonte herbívoro. A coleta de uma grande quantidade de peças isoladas de rincossauros permite inferir que esta forma teria sido a dominante da comunidade, condição típica da Zona de Associação de Rincossauro, como foram denominados tais níveis da Formação Santa Maria. No que diz respeito ao cinodonte, foram recolhidos elementos pós-cranianos como a cintura escapular completa, vértebras e fragmentos das extremidades dos membros. Não há restos cranianos articulados, porém os dentes caninos dispersos na área permitem associar os achados ao grupo dos cinodontes traversodontídeos, que se caracterizaram por apresentar dentes pós-caninos alargados transversalmente para a oclusão. Foi justamente esta característica que permitiu inferir o seu modo de alimentação herbívoro ou omnívoro.

A equipe do Laboratório de Paleontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul é composta pelos seguintes pesquisadores: **Maria Cláudia Malabarba**, **Max Cardoso Langer**, **Nestor Fernando Abdala** e **Martha Richter** (Coordenadora).



INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO

*A revista **Ciência & Ambiente** é editada semestralmente pela Editora da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 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 focar 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 ao editor em Santa Maria, Rio Grande do Sul.*



INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN

*La Editorial de la Universidad Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul, Brasil, edita 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 sí 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 al editor en la ciudad de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.*

