

MESOSSAUROS

José Teixeira da Silva Ferreira¹
Hélder de Paula Silva^{1, 2}
Alexander Wilhelm Armin Kellner²

¹ Instituto de Biociências - Universidade do Grande Rio Professor José de Souza Herdy

² Departamento de Geologia e Paleontologia - Museu Nacional/UFRJ

Resumo

Répteis mesossaurídeos são encontrados no Brasil em rochas da Formação Irati, Bacia do Paraná, que datam do Período Permiano, aproximadamente 250 milhões de anos atrás. Na América do Sul ocorrem também em rochas de mesma idade no Uruguai e Paraguai. Mesossaurídeos são encontrados também na região sul do continente Africano, na bacia do Grande Karoo, Kalahari e Huab Karoo, e atualmente conhecemos apenas três gêneros: *Mesosaurus*, *Stereosternum* e *Brazilosaurus*.

A litografia da unidade Irati constitui-se num eficiente marco estratigráfico na bacia e a presença de mesossauros neste intervalo é um elemento adicional muito importante para comparação entre regiões muito distantes entre si, sendo, inclusive, o melhor referencial para estudos de crono-correlação entre as bacias do Paraná e Karoo (África do Sul), reforçando a tese da deriva continental.

Palavras-chave: Mesossauros, revisão.

Abstract

Mesosaurids reptiles are found in Brazil in rocks of the Irati Formation, Parana basin, that date of the Permian Period, approximately 250 million years ago. In the South America they also occur in rocks of same age in Uruguay and Paraguay. Mesosaurids are also found in the south region of the African continent, in the basin of the Great Karoo, Kalahari and Huab Karoo, and currently we know only three sorts: *Mesosaurus*, *Stereosternum* and *Brazilosaurus*.

The lithography of the Irati unit consists in an efficient stratigraphic landmark in the basin and the presence of mesosaurs in this interval is a very important additional element for comparison between very distant regions between itself, being, also, the best referential for crono-correlation studies enters the Parana basin and Karoo (South Africa), strengthening the thesis of the continental drift.

Keywords: Mesosaurs, review

Número de Figuras: 03

1- Introdução

O primeiro trabalho científico descrevendo uma espécie de mesossaurídeo da África, encontrado na bacia do Grande Karoo, foi publicado por Paul Gervais, em 1864, a espécie foi denominada *Mesosaurus tenuidens*. Vinte e dois anos mais tarde Cope (1886) reconheceria mesossaurídeos no Brasil. Este autor, no entanto, identificou os restos esqueléticos como pertencentes a uma nova espécie, que denominou *Stereosternum tumidum* (Araújo, Filho & Timm, 2002).

Mais tarde, novas espécies foram descritas ou reinterpretadas no Brasil e na África. No Brasil foram encontrados três gêneros: *Mesosaurus*, *Stereosternum* e *Brazilosaurus*. (Bertini, 2004).

A situação atual é que três espécies ocorrem no Brasil, *Mesosaurus tenuidens*, *Stereosternum tumidum* e *Brazilosaurus sanpauloensis*, e duas espécies, *Mesosaurus tenuidens* e *Stereosternum tumidum* ocorrem na África.

A classificação desses animais é ainda motivo de controvérsia, sendo tratados como anápsida (animais com crânios sem aberturas temporais) por alguns autores (Carrol, 1988), assim como nas tartarugas; e diápsida (animais com duas cavidades no crânio, atrás dos olhos), assim como nas aves, dinossauros e nos répteis de hoje.

2- Histórico

O primeiro mesossaurio foi encontrado no sul da África e descrito por Paul Gervais, que o denominou de *Mesosaurus tenuidens*, em 1864. O autor recebeu este material sem ter conhecimento de sua procedência estratigráfica e tentou, através de suas características osteológicas, relacioná-lo a grupos aquáticos na época já conhecidos. Baseado na fragilidade do esqueleto e morfologia dos membros, Gervais (1864) constituiu o nome genérico *Mesosaurus* para enfatizar o deslocamento deste animal tanto no meio terrestre quanto aquático. Já o nome específico, *tenuidens*, refere-se à delicadeza da dentição.

Cope (1886, 1887) descreveu mesossaurios provenientes de calcários do Estado de São Paulo (Rio Claro, Limeira, Itapetininga e Tietê), sendo o mais completo encontrado no bordo sul do Rio Tietê, durante a construção de uma estrada de Ferro em Sorocaba. Pela análise osteológica, concluiu serem gênero e espécie novos, denominando-os de *Stereosternum tumidum*.

Durante o trabalho de campo efetuado por White (1908), foram coletados exemplares em "xistos pretos", próximos à cidade de Irati, os quais foram enviados para MacGregor (1908) que observou a extrema semelhança com o material africano. Porém, como na época o mundo científico não tinha conhecimento da deriva continental, em sua diagnose específica, apenas diferenciou o material brasileiro, pela distância geográfica, denominando-o, assim, *Mesosaurus brasiliensis* (Figura. 01). Cabe ressaltar que a partir da análise de coleções afro-brasileiras, Oelofsen & Araújo (1987) tornaram a espécie de MacGregor (op. cit.) sinonímia com *Mesosaurus tenuidens*. Após White (1908), a ênfase

das pesquisas na Bacia do Paraná, até a metade da década de 60, recaía na mera descrição litoestratigráfica. Shikama & Ozaki (1966) descreveram novo gênero e espécie de mesossaurio, cujo material foi achado em camada calcária da Formação Irati. Os autores compararam o exemplar com as descrições de *Mesosaurus* e *Stereosternum* e concluíram, principalmente através de características anatômicas de crânio, extensão da região cervical e as delgadas costelas, que se tratava de uma nova forma de mesossaurio, denominando-o de *Brazilosaurus sanpauloensis*. O exemplar era relativamente bem preservado e constituído de crânio e parte do esqueleto pós-cranial. A partir do final dos anos 60, vários trabalhos se sucederam, surgindo análises paleoambientais da bacia, às vezes divergentes, como as pesquisas de Northfleet et al. (1969), Schneider et al. (1974) e Gama Jr. (1979). Por outro lado, as pesquisas paleontológicas tiveram também sua trajetória e houve a confirmação das três espécies de mesossaurios na unidade Irati, por Araújo (1976), e interpretações paleoecológicas e paleoambientais foram expressas principalmente os trabalhos de Oelofsen & Araújo (1983; 1987). Nos anos 90, cabe ressaltar os trabalhos de Lavina (1991) e Lavina et al. (1991) que apresentam uma análise sedimentar e Paleogeográfica do Neo-Permiano e Eo-Triássico da Bacia do Paraná e interpretam os extensos *hummockys* e as altas taxas de mortalidade dos mesossaurios, observadas num afloramento do Rio Grande do Sul, fenômeno este recorrente em outros locais da bacia, como decorrentes de tempestades de inverno durante o Neo-Permiano. Milani (1997) aprofunda o conhecimento sobre a Bacia do Paraná, apresentando uma moderna visão da evolução tectônica e sedimentar, estendendo estes conhecimentos a todo bordo ocidental do Gondwana.



Figura 01: Mesossaurio reproduzido de Mac Gregor (1908)

3- Morfologia básica do Grupo

Os mesossauros caracterizam-se, de um modo geral, por um corpo esguio e uma cauda longa e lateralmente deprimida. Crânio, com forma aproximadamente triangular, dentes delgados, órbitas bem desenvolvidas, com anel esclerótico (Borgomanero & Leonardi, 1979). As costelas podem apresentar um espessamento ósseo e as vértebras possuem arcos neurais desenvolvidos. Membros anteriores são bem mais curtos que os posteriores. Úmero e fêmur ainda se apresentam alongados, quando comparados com formas tipicamente terrestres, Rádio, ulna, tíbia e fíbula demonstram uma tendência ao encurtamento. Carpo, tarso, metacarpo, metatarso e falanges acham-se relativamente alongados, mas ainda bem mais curtos do que nas formas tipicamente aquáticas. Há registro da existência de membrana interdigital. Possuem, ainda, gastrália.

A morfologia acima descrita demonstra que estes animais possuíam algumas adaptações ao hábito aquático. (Figura 2). Características particulares permitem diferenciar os três morfótipos de mesossauros: *Mesosaurus*, *Stereosternum* e *Brazilosaurus*.

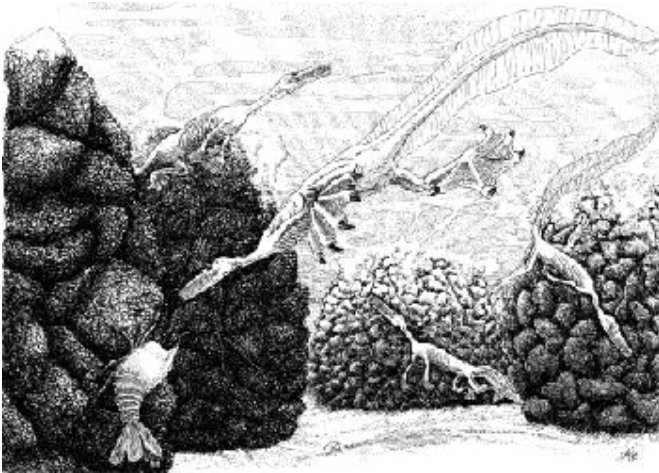


Figura 2: Reconstituição de mesossauros em seu habitat, onde podem ser vistos, as membranas interdigitais e o achatamento da cauda adaptado à natação.

Mesosaurus possui o crânio longo, maior do que o comprimento do pescoço, e a porção rostral bastante desenvolvida, na qual sustenta um número considerável de dentes aciculares frouxamente inseridos em seus respectivos alvéolos e comparativamente muito alongados (em média, 9 mm de comprimento), de forma circular em corte transversal. A região pós-orbitária encontra-se bem destacada e de forma semiglobular. A mandíbula, por ser longa, demonstra-se suavemente recurvada, evidenciada no seu bordo ventral côncavo, com dentes numerosos. O conjunto pré-sacral é composto, aproximadamente, por 24 vértebras, constituindo um segmento de comprimento menor, comparativamente ao *Stereosternum* e *Brazilosaurus*. A observação da morfologia vertebral indica a presença de arcos neurais bem

desenvolvidos e costelas longas e espessas, bem mineralizadas, conferindo-lhe um aspecto paquiostótico. Tal característica, atualmente, é encontrada apenas em sirênios (*Mammalia*). Os arcos hemais, estruturas típicas das vértebras caudais, sob a forma de um V. Não obstante, a região pré-sacral apresentar diferença de comprimento significativa em relação à de *Stereosternum*. Evidencia-se que em *Brazilosaurus* houve o deslocamento posterior da cintura escapular. Vértebras também com os arcos neurais bem desenvolvidos. Os arcos hemais apresentam-se em forma de U, mas, comparativamente a *Stereosternum*, mais paquiostóticos. As costelas são significativamente mais delgadas embora tão mineralizadas quanto em *Mesosaurus* e *Stereosternum*. (Timm, 1996). A morfologia dos ossos que compõem as cinturas demonstra semelhanças com aquela de *Stereosternum*. Com exceção do menor tamanho dos ossos que constituem o propódio e epipódio, também não ocorrem diferenças com o gênero acima citado. A composição do carpo e tarso assemelha-se aos gêneros anteriores. A fórmula falangeal da mão é 2-3-4-4-(4?) e do pé é 2-3-4-5-4.

4- Tafonomia e Paleoecologia

Através do estudo sedimentológico e das feições tafonômicas observadas na assembléia fóssil dos mesossaurídeos coletados na formação Irati, Soares (1996) levanta a hipótese de que estes fósseis, encontrados em níveis centimétricos e preservados nas diferentes fácies desta formação, são produto da mortalidade catastrófica gerada por eventos de tempestades, apesar de indivíduos jovens serem raros. Provavelmente, os esqueletos juvenis, devido sua menor densidade e fragilidade, sofreram maior transporte e efeitos de abrasão e, fraturamento, explicando, assim, a falta de preservação destes espécimes.

Coletas têm sido efetuadas tanto na Formação Irati quanto na Formação Whitehill e constatou-se, até o presente, uma relação entre os gêneros e os sedimentitos onde são encontrados.

Stereosternum e *Brazilosaurus* acham-se preservados em calcários, enquanto *Mesosaurus* estão fossilizados em folhelhos. Isto reflete o diferente tipo de hábito: *Stereosternum* e *Brazilosaurus* habitavam águas rasas, enquanto *Mesosaurus* viviam em águas relativamente mais profundas em relação ao ambiente anterior. Contudo, a morfologia de mesossauros não impede aventar a hipótese de que periodicamente pudessem ir à costa para a postura de ovos (Oelofsen e Araújo, 1983). No estudo tafonômico de Soares (1996), a evidência da relação *Mesosaurus*-folhelhos e *Stereosternum*, *Brazilosaurus*-calcários sugere-lhe que as carcaças de mesossaurídeos foram soterradas no ou próximas ao seu hábito de vida.

O estudo da morfologia levou muitos pesquisadores a constatar que o esqueleto dos mesossauros apresentava várias adaptações ao meio aquático. Um exemplo é o desenvolvimento da paquiostose nas vértebras e costelas de *Mesosaurus* e *Stereosternum*, conseqüência de uma necessidade destas formas permanecerem estabilizadas na lâmina d'água sem a necessidade

de um maior gasto energético, compensando a força que os impõe à superfície. Tal espessamento ósseo parece desenvolver-se em maior intensidade nas formas secundariamente adaptadas ao meio aquático e esta característica localiza-se sempre próxima ao centro de equilíbrio do corpo (Timm, 1996).

A dentição nas três formas de mesossauros permite inferir os diferentes hábitos alimentares, principalmente entre *Mesosaurus* e *Stereosternum*. Das três formas, sem dúvida, *Mesosaurus* é o que apresenta maior especialização e sofisticação na dentição adaptada ao habitat aquático. Os dentes longos, muito delgados e frouxamente inseridos nos alvéolos, criavam condições de entrelaçamento entre eles, provocados pelo movimento d'água, e produziam uma rede (mecanismo filtro) na qual o plâncton mantinha-se aprisionado. O longo rostro tornava este mecanismo ainda mais eficiente (Ginsburg, 1967; Araújo, 1974). O desenvolvimento da paquiostose em seu esqueleto pós-cranial, com exceção dos arcos hemais (cauda), e, portanto, a ausência desta característica no principal elemento de deslocamento no ambiente aquático, dava condições ao *Mesosaurus* de se manter estabilizado na lâmina d'água sem a necessidade de deslocamento para a obtenção de seu alimento. *Stereosternum*, assim como *Brazilosaurus*, apresenta uma morfologia dentária que os caracteriza como predadores, evidenciando uma dieta carnívora (Araújo, 1976). Estas formas, além da paquiostose no esqueleto semelhante a *Mesosaurus*, também apresentavam espessamento ósseo em seus arcos hemais, levando a interpretar *Stereosternum* e *Brazilosaurus* como formas nadadoras ativas em busca de seu alimento.

5- Paleobiogeografia e Paleoclima

A maioria dos autores interpreta a deposição das formações Irati e Whitehill, que contêm mesossauros, num paleoambiente representado por um grande mar interior, resultante de um período de várias transgressões marinhas. Esse mar ocupava amplas áreas da porção sul da América do Sul e da África (Fig. 03) e, segundo Lavina (1991), o máximo avanço transgressivo ocorreu no Kazaniano. Esse mar recobriu praticamente toda a parte atualmente preservada da Bacia do Paraná, estando suas margens localizadas em regiões onde hoje afloram rochas do embasamento ígneo-metamórficos. No território africano, o mar abrangia as bacias do Great Karoo, Kalahari Karoo, Warmbad Karoo e Kaokoveld, sendo limitado pela região elevada localizada ao sul da Cidade do Cabo, hoje sob o Oceano Índico. Vale salientar que Lavina (1991) constatou que tanto na América do Sul quanto na África, as margens do Mar Irati - Whitehill não permaneceram preservadas.



Figura 03. Distribuição das espécies mesossaurídeos

A entrada desse mar permiano deu-se na Bacia do Paraná pelo sudoeste, na região hoje compreendida entre o Escudo Sul-Rio-grandense e o Alto de Asunción (Lavina et al., 1994). A interpretação de mapas de isópacas da região da Depressão Central do Rio Grande do Sul até a altura do Oceano Atlântico, realizada no trabalho acima citado, evidenciou a possível existência de um braço de mar. Esse se localizava a leste do Escudo Sul-Rio-grandense e ocupava as áreas das atuais plataformas continentais de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Uruguai e África do Sul, tomando o Escudo Sul-Rio-grandense uma ilha. A ligação Irati-Whitehill dar-se-ia, através de uma ampla faixa, desde o sul do Arco de Ponta Grossa, Bacia de Kaokoveld, passando "pelo Uruguai (Formação Mangrullo), até a região ao sul da Província de Buenos Aires, nas proximidades de Sierra de La Ventana".

Quanto à comunicação do Mar, Irati-Whitehill com o oceano, provavelmente a ligação ocorreu na região ao sul de Sierra de La Ventana, sobre a atual plataforma continental Argentina, em direção à Bacia Central Patagônica (Lavina, 1991; Lavina et al., 1994). O achado de algas nos folhelhos betuminosos, consideradas como originadas em águas continentais, levaram Lavina (1991) a inferir uma salinidade muito baixa para a água do Mar Irati durante a maior parte do tempo. Em alguns momentos havia a entrada de água oceânica na bacia, gerando condições para a precipitação de sais, principalmente em locais de maior restrição à circulação e onde provavelmente ocorria maior intensidade de evaporação. No Estado de São Paulo há o registro de camadas de sal comprovando esta afirmativa. A fácies de folhelhos betuminosos do Membro Assistência desenvolveu-se em consequência de eventos transgressivos de natureza eustática, constituindo-se em seções condensadas, quando o mar ocupava uma grande extensão inibindo a chegada de terrígenos. Deste modo, gerou-se uma estratificação da coluna d'água, com o desenvolvimento de termoclina, que separava a água do fundo, mais fria, densa, rica em nutrientes e deficiente em oxigênio, da água superficial, oxigenada, mais quente e menos densa. O oxigênio do fundo era rapidamente consumido, estabelecendo-se condições anóxicas. As águas superficiais, propícias à vida, acabaram produzindo material orgânico (lipídios) que gerou os folhelhos betuminosos. Concluiu-se, assim, que a intensa anóxia registrada devia-se à estratificação do corpo d'água, causada por águas de diferentes densidades.

Para Santos Neto et al. (1993), a baixa concentração de

compostos C30 originados de algas marinhas *Chlorophyta*, aliada à presença de raros fósseis marinhos, indica condições de mar restrito, inóspito para uma biota tipicamente marinha.

Quanto às condições paleoclimáticas ocorridas na época do Mar Irati-Whitehill, a pesquisa de Alves (1994) infere estações bem definidas através da presença de anéis de crescimento em troncos de *Barakaroxylon*. Essa autora descreve variações climáticas cíclicas, com o verão quente e seco, evidenciado pela análise dos anéis de crescimento relativamente estreitos, indicando pouca disponibilidade hídrica. A largura constante dos anéis no gênero estudado demonstra uma variação regular de estações secas e úmidas.

A autora sugeriu que as variações climáticas que ocorriam naquela época foram semelhantes às que atualmente registram-se nas regiões situadas entre as latitudes 30° a 45° N e S. Estas regiões abrangem a zona central e meridional da Califórnia, zonas costeiras limites do Mediterrâneo, costa oeste e sul da Austrália, costa Chilena e sul da África.

A evidências na Formação Irati da atuação de ondas de tempestades de regiões de costa afora através de camadas apresentando laminação ondulada e estratificação cruzada *hummocky*. Estas estruturas sedimentares são resultados dos processos de interação entre os grãos e seleção hidráulica dos componentes do sedimento durante as fases de alta energia das tempestades e de deposição extremamente rápida durante a fase de decréscimo de energia. A presença de arenitos com este tipo de estrutura, em uma plataforma aberta, longe da praia, implica que a tempestade gerou ondas de grande amplitude, capazes de erodir uma extensiva região da linha de costa (Walker, 1979; Duke, 1985).

Apesar de condições para tempestades ocorrerem somente em uma parte do ano e em um determinado ponto de uma dada plataforma, seus efeitos em termos de erosão, transporte de sedimentos e sua conseqüência sobre a fauna e flora são desproporcionalmente grandes, causando mortalidade catastrófica em toda a assembléia de organismos. Como já foi dito, o processo de geração de um tempestito envolvia a remobilização de sedimentos previamente depositados e conseqüente aumento de seu volume e suspensão. Em regiões de costa afora, onde condições de anóxia vigoravam, as tempestades podiam provocar a destruição da estratificação das águas, devido à ação das grandes ondas que revolviam o fundo anóxico e colocavam em suspensão um grande volume de sedimento fino e tóxico, produzido por bactérias anaeróbicas. Isto determinava modificações, tais como: a quantidade de oxigênio dissolvido, que ainda se concentrava nas camadas superiores do corpo d'água, tornava-se reduzida em virtude da reação deste com ácido sulfídrico liberado dos sedimentos finos do fundo, ocorrendo mudanças de pH e tomando a água turva.

Todo este impacto ambiental podia causar a intoxicação e morte dos organismos planctônicos e, conseqüentemente, de todos os animais que faziam parte da mesma cadeia alimentar. O registro de grande quantidade de esqueletos de mesossaurídeos associados a níveis de calcarenito no afloramento Passo de São Borja, no Rio Grande do Sul, parece indicar o episódio de mortalidade catastrófica (Lavina et al., 1994).

Os mesossauros, provavelmente, respirando o ar atmosférico, te-

riam sua fonte de alimento comprometida, não resistindo às condições adversas do meio.

A existência de mais de um nível de tempestitos e os vários graus de retrabalhamento dos ossos de mesossaurídeos foram interpretados por Soares (1996) como um registro de eventos sucessivos de tempestades.

Reconstituições paleogeográficas disponíveis atualmente mostram que o Rio Grande do Sul encontrava-se, nesta época (Kazaniano), a uma paleolatidade aproximada entre 50 e 60 graus de latitude sul (e.g. Scotese et al., 1979; Seyfert & Sirkin, 1979).

Sabe-se hoje que existem dois processos capazes, ao menos na teoria, de causar efeitos de grande porte na natureza: furacões e tempestades de inverno. Os primeiros são característicos de baixas latitudes, enquanto que os segundos tendem a ocorrer em latitudes acima de 45 graus (Marsaglia & Klein, 1983; Duke, 1985).

No entanto, entre 30 e 45 graus de latitude, podem ocorrer ambos os processos. Tal evidência levou Lavina et al. (1991) a considerar as tempestades de inverno, como os mais prováveis agentes paleoclimáticos geradores destes eventos catastróficos.

Em favor desta hipótese, foi utilizada pelos autores a morfologia do Mar Irati-Whitehill, quando confrontada com os sentidos de deslocamento das tempestades de inverno. Devido à atuação da "força de coriolis", este tipo de tempestades, em nosso hemisfério, tendem a deslocar-se de oeste para leste (Marsaglia & Klein, 1983). Além disso, um efetivo poder de ataque a uma região costeira depende do trajeto percorrido pela tormenta.

Para que uma tempestade consiga eficientemente produzir grandes vagas, é necessário espaço para que o vento possa trabalhar a superfície da água. Isto significa dizer que antes de atingir a costa, a tempestade necessita percorrer uma grande extensão do corpo d'água.

Sabe-se também, que quanto mais perpendicularmente a tempestade abater-se sobre a costa, tanto maior será o seu poder erosivo. A localização e o desenvolvimento de estratificações cruzadas *hummocky* do afloramento Passo de São Borja, são evidências favoráveis à interpretação de tempestades de inverno providas do oeste.

6- Conclusões

Até o presente, o achado de considerável quantidade de mesossauros, além de sua própria relevância, tem implicado, sem dúvida, em um estudo sobre inferências morfológicas, bioestratigráficas, tafonômicas, paleoecológicas e paleoambientais.

A presença nas Formações Irati e Whitehill de 3 gêneros monotípicos de mesossauros denominados *Mesosaurus tenuidens*, *Stereosternum tumidum* e *Brazilosaurus sanpauloensis* (até o presente, somente no Irati), demonstram diferentes adaptações morfológicas referentes à alimentação e deslocamento no meio aquático.

Com base em estudos cladísticos, a Família *Mesosauridae* acha-se no grupo denominado "Parareptiles", juntamente com as Famílias *Procolophonidae*, *Millerettidae* e *Pareiasau-*

ridae.

A Unidade Irati (Kazaniano) representa o início de uma fase regressiva de um ciclo transgressivo na história evolutiva da Bacia do Paraná. De uma forma geral, pode-se estender a esta interpretação a Formação Whitehill, nas Bacias do Great Karoo, Kalahari Karoo e Warrnbad Karoo.

Estas bacias compunham mares interiores de circulação restrita, com aumento progressivo de salinidade da base para o topo, mas permanecendo relativamente baixa.

O registro dos mesossauros na Bacia do Paraná, no Paraguai, no Uruguai e na Bacia do Great Karoo constitui uma nítida linha de tempo, formando uma acrozona denominada Zona *Mesosauridae*.

A assembléia fossilífera de mesossauros da Formação Irati permite inferir, através de estudos tafonômicos, que decorre do produto de uma mortalidade catastrófica gerada por diversos eventos de tempestades. Primeiramente, os animais foram soterrados inteiros e em posteriores tempestades, muitos dos esqueletos foram submetidos à erosão, retrabalhamento e redeposição, compondo três classes tafonômicas.

Constata-se, através de prospecção de campo, uma relação entre os gêneros e os sedimentitos onde estão fossilizados. *Stereosternum* e *Brazilosaurus* acham-se geralmente preservados em calcários e *Mesosaurus* em folhelhos, refletindo diferentes hábitos. Os primeiros dois gêneros provavelmente habitavam águas rasas, perto da costa, e *Mesosaurus* em águas mais distantes da costa e conseqüentemente, relativamente mais profundas.

A comunicação do Mar Irati-Whitehill com o oceano pode ter ocorrido sobre a atual plataforma continental Argentina, gerando condições de precipitação de sais em locais de maior restrição à circulação e onde se daria, nestes momentos, maior intensidade de evaporação.

Conclui-se, portanto, que o quadro vigente na época do Mar Irati-Whitehill era caracterizado por um clima ameno, normalmente calmo, restrito, de baixa salinidade e de profundidade variável, mas relativamente raso, habitado por diversas populações adaptadas aos diversos ambientes que existiam nessa biota. Em certos momentos, no entanto, o cenário era acometido por modificações paleoambientais significativas, desencadeadas por tempestades de inverno.

7- Bibliografia

ALVES, L. s. R. 1994. Integração entre a Lignoflora e a Palinologia no Afloramento Passo São Borja (Fm.Irati -Bc. do Paraná). Porto Alegre. 174p. il. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ARAÚJO, D. C. 1976. Taxonomia e Relações dos Proganosauria da Bacia do Paraná. Anais Acad. Bras. Cienc., Rio de Janeiro, v. 48, n. 1, p. 91-116

ARAUJO, D.C. et al. Mesossauro da Serra do Caiapó (Montividiu), GO: Um vertebrado fóssil típico do Paleozóico Superior, importan-

te na história da Deriva Continental. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) – Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio010/sitio010.pdf>>. Acesso em : 28 mai. 2005.

BERTINI, R.J. Répteis. In: **CARVALHO, I.S.** (editor) Palentologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, p. 781-813. 2004.

BORGOMANERO, O.; LEONARDI, O. Anel Esclerótico e outras peculiaridades em um espécime de *Stereosternum tumidum* (Proganosauria Baur, 1887) de Assistência, São Paulo. Atas do II Simpósio Regional de Geologia, Rio Claro. v. 1, p. 175-179. 1979.

CARROL, R. L. Vertebrate Paleontology and Evolution. New York: W.H. Freeman, 698p. 1988.

COPE, E.D. *Stereosternum tumidum*, gen. Et sp. nov. Proceedings American Philosophical Society, v. 23, p. 7-15.1886.

DUKE, W. L. Hummocky cross-stratification, tropical hurricanes, and intense winter storms. *Sedimentology*, v.32, p. 167-194. 1985.

GAMA JR., E. A sedimentação do grupo Passa Dois (exclusive Formação Irati): um modelo geomórfico. Ver. Brasil. Geoc.,9 (1):1-16. 1979.

GERVAIS, P. Description du *Mesosaurus tenuidens*, Reptile F osile de l' Afrique Australe. Mem. Acad. Mont. Pellie1; Sec. Sci, p. 169-175. 1864.

GINSBURG, L. Sur les affinites des Mesosaures et l'origine de Reptiles uryapsides. c. R. Acad. Sci. Paris. Se1: D., Paris, v. 264, p. 244-256. 1967.

LAVINA, E. L. Geologia Sedimentar e Paleogeografia do Neopermiano e Eo-Triássico (intervalo Kazaniano-Scythiano) da Bacia do Paraná. Porto Alegre. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade federal do Rio Grande do Sul. 333p. 1991.

LAVINA, E.L.; ARAÚJO-ARBERENA, D.C.; AZEVEDO, S.K. Tempestades de inverno e altas taxas de mortalidade de répteis mesossauros; um exemplo a partir do afloramento passo São Borja, RS. Pesquisas, v.18, n.1, p.64-70. 1991.

MACGREGOR, J. H. *Mesosaurus brasiliensis* nov. sp. do Permiano do Brasil. In: White, I.C. apresentado ao Sr. Dr. Lauro Severiano Miiller, Ministro da Indústria, Viação e Obras Públicas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. v. 2, p. 301-336. 1908.

MARSAGLIA, K. M. ; KLEIN, G. The paleogeography of paleozoic and Mesozoic storm depositional systems. *Journal of Geology*, v. 91, n. 2, p. 117-42. 1983.

NORTHFLEET, A. A.; MEDEIROS, R. A.; MUHLMANN, H. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. Bol. Téc. Petrobrás, Rio de Janeiro, 12 (3): 291-346. 1969

OELOFSEN, B. W. ; ARAÚJO, D. C. Palaeological implications of the distribution of mesosaurid reptiles in the Permian Irati sea (Parana Basin), South America. Revista Brasileira de Geociências, v. 13, n. 1, p. 1-6. 1983.

OELOFSEN, B. W. ; ARAÚJO, D. C. Mesosaurus tenuidens and Stereostemum tumidum from the Permian Gondwana of both Southern Africa and South America. South African Journal of Science, v. 83, n. 6, p. 370-372. 1987.

SCOTESE, C.; BAMBACH, R.; VAN DER VOO, R.; ZIEGLER, A. Paleozoic base maps. Journal of Geology, v. 87, p. 217-68. 1979.

SEYFERT, C.K.; SIRKIN, L. A. Earth history and plate tectonics. Harper & Row Publ., New York, 600p. 1979.

SHIKAMA, T. ; OZAKI, H. On a reptilian skeleton from the Paleozoic formation of San Paulo, Brazil. Palaeontol. Soc. Jap., Trans. Proc., v. 64, p. 351-358. 1966.

SCHNEIDER, R. L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.;

DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A . Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: Congr.Bras. Geol., 28, Porto Alegre, 1:41-65.. 1974.

SOARES, M. B. Mesossaurídeos da Formação Irati, Bacia do Paraná: Implicações Tafonômicas. Porto Alegre. 168p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1996.

TIMM, L. L. Estudo Paleohistológico acerca da Paquiostose em Mesossauros. Porto Alegre. 181p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1996.

WALKER, R. G. SHALLOW MARINE SANDS WALKER, R.G. (ED.) Facies Models, Geol. Assoc. Canada, Geosc. Canada, Kitchener, Ontario, Ainsworth Press. reprint Ser. 1, p. 75-90. . In: 1979.

WHITE, I. C. Relatório sobre as coal measures e rochas associadas do sul do Brasil. In: Relatório Final da Comissão de Estudos Minas de Carvão de Pedra do Brasil, parte 1. Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 300 P. 1908.