

A coluna vertebral  
de *Brazilosaurus sanpauloensis*  
Shikama & Ozaki, 1966 da Formação Irati,  
Permiano da Bacia do Paraná (Brasil)  
(Proganosauria, Mesosauridae)

The vertebral column  
of *Brazilosaurus sanpauloensis*  
Shikama & Ozaki, 1966 from Irati Formation,  
Permian of Paraná Basin, (Brazil)  
(Proganosauria, Mesosauridae)

FERNANDO A. SEDOR<sup>1</sup>  
& JORGE FERIGOLO<sup>2</sup>

Os Mesosauridae incluídos na ordem Proganosauria (BAUR, 1887) constituem dentre os “Reptilia”, um pequeno grupo extinto de formas lacertiformes esguias, de pequeno porte, adaptados à vida aquática ou semi-aquática (cf. ROMER, 1956; 1966).

A distribuição temporal e geográfica do grupo restringe-se ao Permiano da América do Sul e da África. No Brasil, os Mesosauridae ocorrem na Formação Irati da Bacia do Paraná, e, no continente africano, ocorrem na Formação Whitehill, do Sistema Karoo (COPE, 1886; McGREGOR, 1908; SHIKAMA & OZAKI, 1966; MENDES, 1967; ROÖSLER, 1970; ARAÚJO, 1976; BORGOMANERO & LEONARDI, 1979; MOREIRA *et al.*, 1984). Também são referidas ocorrências de Mesosauridae no Paraguai (Beder; e Harrington, *apud* OEOFSEN & ARAÚJO, 1983) e no Uruguai (Guillemain; e Walther, *apud* MONES, 1986).

---

<sup>1</sup> Museu de Ciências Naturais (MCN) — SCB, Universidade Federal do Paraná — Caixa Postal 19031 — 81531-990 Curitiba, Paraná, Brasil. Email: sedor@.bio.ufpr.br.<sup>2</sup> Pesquisador do Museu de Ciências Naturais — Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Os sedimentos sul-americanos portadores de mesossaurídeos situam-se dentro do intervalo temporal do Kazaniano e os africanos entre Permiano Inferior e Permiano Médio (PINTO, 1972a; OELOFSEN & ARAÚJO, 1987), correspondendo à porção mais superior do Sakmariano. DAEMON & QUADROS (1970) atribuem idades entre Kazaniano/Tatariano para sedimentos do Estado de São Paulo.

Segundo ARAÚJO (1976), ocorrem na Formação Irati (Permiano da Bacia do Paraná) as três espécies reconhecidas de Mesosauridae: *Mesosaurus tenuidens* Gervais, 1864 (= *M. brasiliensis* McGregor, 1908); *Stereosternum tumidum* Cope, 1886; e *Brazilosaurus sanpauloensis* SHIKAMA & OZAKI, 1966. Segundo os referidos autores *B. sanpauloensis* ocorre apenas na América do Sul. Dentre as espécies de Mesosauridae, *Brazilosaurus sanpauloensis* é a forma mais recentemente descrita e a que mais carece de conhecimento, poucos são os artigos que fazem referência a esta espécie e há um pequeno número de exemplares depositados em coleções científicas. A descrição original de *Brazilosaurus sanpauloensis* (SHIKAMA & OZAKI, 1966) baseou-se em um único exemplar procedente de Tatuí, Estado de São Paulo, que se encontra depositado na coleção do Museu Nacional de Ciências de Tóquio, Japão. Os espécimes utilizados em estudos anteriores que fazem referência ao pós-crânio de *Brazilosaurus sanpauloensis* (SHIKAMA & OZAKI, 1966; ARAÚJO, 1974; OELOFSEN & ARAÚJO, 1983), não possibilitaram estudos osteológicos muito detalhados devido à má preservação do material. Ignora-se, por exemplo, até hoje, as dimensões e/ou a morfologia de muitos elementos, como do púbis, ílio e o número de vértebras caudais.

#### MATERIAL

O material deste estudo foi identificado e atribuído a *Brazilosaurus sanpauloensis* com base nos dados da literatura (SHIKAMA & OZAKI, 1966; ARAÚJO, 1976): crânio com comprimento menor do que o da coluna cervical, costelas não paquiotólicas, dentes cônicos, curtos e menores que os de *Stereosternum tumidum*. Os espécimes incompletos também foram atribuídos a esta espécie por apresentarem características diagnósticas diferentes daquelas de *Stereosternum tumidum* ou *Mesosaurus tenuidens*.

O material para o estudo descritivo e comparativo consta de 7 espécimes de *Brazilosaurus sanpauloensis* de diferentes estágios ontogenéticos. Foram examinados espécimes pertencentes ao Museu de Ciências Naturais, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná

(MCN.P.), e um espécime pertencente ao Departamento de Geociências da Universidade de Brasília (Brasília, Distrito Federal), sem número de coleção (UNB).

Todos os espécimes aqui estudados procedem dos calcários e folhelhos da Formação Iratí, aflorantes na região dos Municípios de Portelândia (Portelândia I) e Perolândia (SUCAL), Estado de Goiás (Tabela 1).

#### AFLORAMENTOS (Fig. 1)

**METAGO I** — Portelândia: afloramento com sedimentos de aproximadamente sete metros de espessura, dos quais os três metros mais superiores são de calcário de coloração cinza-clara a quase preta, finamente laminado, por vezes intercalado por finas lentes de calcário mais claro (branco-amarelado); abaixo deste, ocorre calcário mais compacto de laminação menos evidente, de coloração branco-amarelada. Os restos de Mesosauridae (*Brazilosaurus sanpauloensis* e *Stereosternum tumidum*), ocorrem praticamente em todos os níveis.

**SUCAL** — Perolândia: este afloramento atinge aproximadamente vinte metros de espessura, que pode ser dividido em dois nítidos níveis: um superior, de espessura variando entre oito e dez metros, constituído por calcário acinzentado bem laminar; e um nível inferior de calcário branco-amarelado, fino, com lentes de sílex intercaladas. No nível superior encontrou-se apenas ossos isolados e esqueletos desarticulados de Mesosauridae (*Mesosaurus tenuidens*, *Brazilosaurus sanpauloensis* e *Stereosternum tumidum*), enquanto que o nível inferior forneceu alguns esqueletos destas espécies com ossos em posição anatômica.

#### ESPÉCIMES

**MCN.P.557** — Este espécime consta de crânio e mandíbula incompletos, o crânio encontra-se danificado, e da extremidade do rosto esta preservada apenas como impressão. A hemi-mandíbula direita está incompleta, em parte como impressão. No pré-maxilar, maxilar e dentário, ocorrem dentes e impressões de dentes. Apresenta cinco vértebras cervicais proximais incompletas e onze vértebras caudais, além de sete caudais que se encontram apenas sob a forma de impressão, quatro fragmentos de costelas desarticuladas.

**MCN.P.558** — O espécime compreende um segmento de coluna tóraco-lombar articulado em norma ventro-lateral esquerda muito incom-

pleto; um segmento de onze vértebras caudais articuladas; sete costelas tóraco-lombares incompletas e o apêndice locomotor posterior esquerdo em posição anatômica e em norma dorsal.

MCN.P.562 — Espécime representado por crânio, mandíbula e vértebras cervicais articulados em norma lateral esquerda. E também apresenta vértebras tóraco-lombares desarticuladas e um pouco deslocadas, doze costelas tóraco-lombares desarticuladas e doze vértebras caudais proximais. O crânio apresenta-se muito fraturado e comprimido lateralmente; suas bordas posterior e pôsterior-dorsal estão incompletas, e a região posterior encontra-se muito fraturada. Apresenta hemimandíbulas esquerda e direita em norma lateral com dentes; doze vértebras cervicais; oito costelas cervicais. Úmeros, rádios e ulnas direitos e esquerdos estão em posição anatômica, muito incompletos/fraturados. O fêmur, tíbia e fíbula em posição anatômica, muito incompletos/fraturados. Ainda está presente a impressão do fêmur esquerdo em sua porção proximal.

MCN.P.563 — Este espécime apresenta: crânio, mandíbula, entre treze e quinze vértebras cervicais, entre vinte e vinte e duas vértebras tóraco-lombares em norma lateral esquerda, as duas vértebras sacrais, dezesseis vértebras caudais em norma ventral, estando as seis últimas muito fraturadas e incompletas. Todas as vértebras encontram-se articuladas. No crânio faltam o terço médio-anterior do pré-maxilar, a extremidade anterior do nasal e do maxilar, e a margem dorso-posterior do crânio. Na mandíbula falta o terço médio-anterior do dentário esquerdo. Os escáculo-coracóides estão presentes em norma externa, superpostos e fraturados. O úmero direito encontra-se desarticulado e em norma dorsal; o úmero esquerdo em vista ventral em posição de articulação com o escáculo-coracóide. Os ísquios esquerdo e direito e o púbis direito encontram-se em norma externa. O fêmur direito encontra-se em posição de articulação à cintura direita. O púbis esquerdo encontra-se fraturado e incompleto. O ílio esquerdo muito fraturado encontra-se sobreposto às vértebras sacrais. Fêmur, tíbia e fíbula direitos encontram-se em norma ventral; a tíbia se sobrepõe ao astrágalo e à porção proximal da fíbula. Fêmur e tíbia esquerdos foram preservados apenas em suas porções médio-distais. A fíbula esquerda encontra-se completa e em norma ventral. Estão preservados astrágalo, calcâneo, dois tarsais distais, metatarsais dos dedos III, IV e V e falanges. Também estão preservadas treze costelas cervicais e vinte e quatro costelas tóraco-lombares (algumas incompletas).

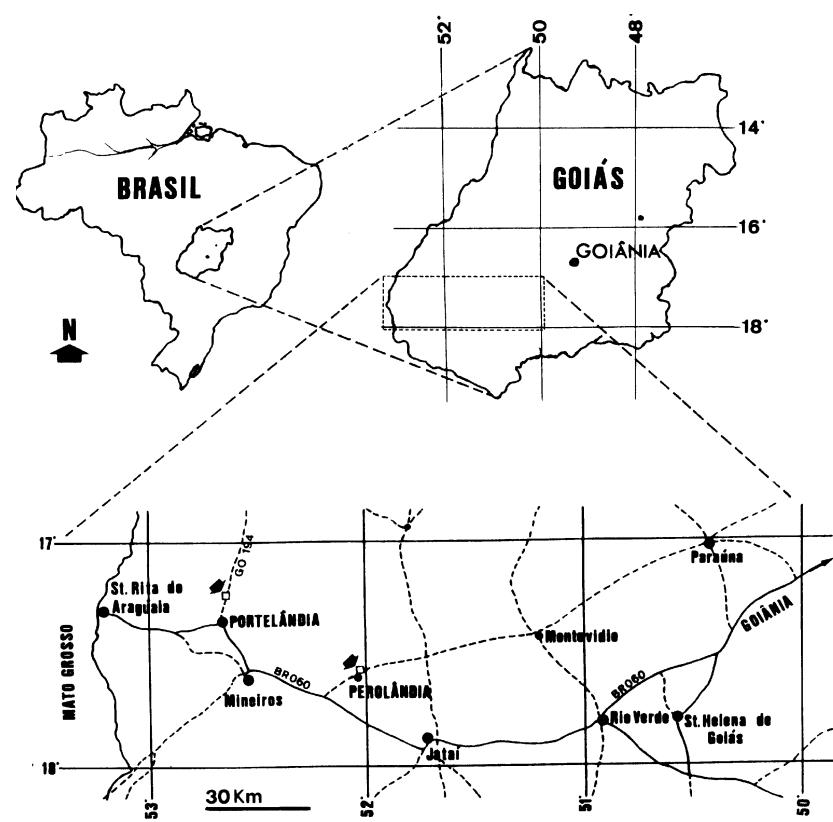


Fig. 1. Mapa de localização dos afloramentos fossilíferos de Perolândia e Portelândia no Estado de Goiás (Brasil).

Tabela 1. Lista dos espécimes estudados com suas respectivas procedências e características da matriz.

ESPÉCIME	PROCEDÊNCIA	CARACTERÍSTICAS DA MATRIZ
MCN.P.557	Município de Perolândia —	Calcário dolomítico fino acinzentado, duro,
MCN.P.558	Goiás (pedreira de calcário	laminado e de coloração branco-amarelado
MCN.P.562	da SUCAL)	
MCN.P.563		
MCN.P.566		
MCN.P.568		
UNB s/nº		
MCN.P.564	Município de Portelândia — Goiás (pedreira de calcário METAGO, Unidade I )	Calcário dolomítico de coloração cinza-clara a quase preta, duro, com ondulações e lentes de calcário branco-amarelado

MCN.P.564 — Este espécime é constituído por um grande número de elementos ósseos desarticulados, distribuídos desorganadamente na matriz. Entre as peças mais importantes encontram-se: um fragmento de hemimandíbula (direita ?) e dentes isolados; um fêmur direito em norma posterior; um escáculo-coracóide esquerdo em norma externa; oito vértebras tóraco-lombares; duas vértebras sacrais fusionadas; três vértebras caudais; uma costela completa tóraco-lombar e seis incompletas; quatro arcos hêmias isolados e um metatarsal I. À exceção do escáculo-coracóide, vértebras sacrais e dois arcos hêmias, todos os demais ossos apresentam grau variável de danos superficiais.

MCN.P.566 — Este espécime compreende apenas um segmento vertebral caudal articulado composto por dez vértebras da porção média-caudal, sendo duas delas muito incompletas, e três com processo neural incompleto. Também estão associados a três das vértebras, os arcos hêmias (diagnósticos), sendo dois completos e um sob a forma de impressão.

MCN.P.568 — Este espécime encontra-se articulado, preservado em grande parte sob a forma de impressão. Porções ósseas preservadas: extremidade látero-anterior do rostro com seis dentes, cinco dos quais fraturados; parte da borda orbital; terço anterior e posterior da hemi-

mandíbula direita; 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, e 13<sup>a</sup> a 15<sup>a</sup> vértebras muito incompletas; dez primeiras vértebras tóraco-lombares muito incompletas; duas vértebras sacrais sob forma de impressão; 10<sup>a</sup> vértebra caudal incompleta; alguns arcos herais; borda lateral dos escápulo-coracóides; porção distal do rádio e ulna direitos sob forma de impressão, e quatro falanges do dedo V; os dois terços proximais dos metacarpais III, IV e V esquerdos; porção distal do fêmur direito; porção distal da fibula direita; porções dos metatarsais I, II e III sob forma de impressão; três falanges do dedo V do pé esquerdo.

UNB s/nº — Este espécime constitui o material citado por SEDOR & RÖSLER (1985), onde um indivíduo maior encontra-se associado a outras três formas jovens, não estudadas aqui. O espécime maior, aqui referido como UNB, compreende: crânio; mandíbula; quatorze vértebras cervicais, vinte vértebras tóraco-lombares; duas sacrais; quinze caudais; quatorze costelas tóraco-lombares incompletas; escápulo-coracóide direito; úmero direito; extremidade proximal do úmero esquerdo; fragmentos do ílio e púbis direitos (?); fêmur esquerdo; fêmur direito preservado sob a forma de impressão; fragmento distal de fibula direita; do pé direito: dois tarsais proximais, quatro elementos tarsais distais, cinco metatarsais, dos quais o IV e o V estão parcialmente sob a forma de impressão; e falanges; do pé esquerdo: dois tarsais proximais, cinco metatarsais, sendo os metatarsais I, III, IV e V preservados sob a forma de impressão; e falanges. No crânio a margem posterior está incompletamente preservada. A mandíbula encontra-se em posição e suas bordas estão incompletas com três pequenos dentes preservados *in loco*. A coluna vertebral apresenta-se quase em sua totalidade dividida medianamente, estando preservada apenas sua metade esquerda. As vértebras C4, C7 e C10, bem como a TL6 apresentam-se preservadas apenas sob a forma de impressão.

## MÉTODOS

Os ossos foram descritos utilizando-se da nomenclatura convencional para tetrápodas (ROMER, 1956). Contou-se também com a identificação e ilustrações de McGREGOR (1908), que representa esqueletos parciais de *Mesosaurus* em posição anatômica.

A preparação do material foi realizada seguindo técnicas de CAMP & HANNA (1937), modificadas. O processo de preparação foi realizado sob lupa frontal e de microscópio estereoscópico. A remoção da matriz

que envolvia os ossos foi efetuada através de processos mecânicos. Em decorrência da delicadeza, pequeno tamanho e friabilidade em alguns espécimes, os mesmos foram infiltrados com poliestireno dissolvido em xileno. Para uma melhor interpretação das estruturas utilizaram-se de moldes em borracha de silicone, a partir da impressão. Para a confecção dos desenhos, utilizou-se câmara clara, exames de espécimes originais e fotografias obtidas com câmera reflex (35 mm) e objetiva para macrofotografia sob luz artificial. Utilizou-se também da técnica de "vapores" de cloreto de amônio (NH<sub>4</sub>Cl) segundo COOPER (1935), e iluminação em variados ângulos de incidência. Originalmente os desenhos foram confeccionados em papel vegetal e acetato.

As mensurações foram efetuadas com paquímetro, de 15 cm de abertura e precisão de 1/20 mm. Os valores obtidos encontram-se todos expressos em milímetros (mm). Das vértebras tomou-se apenas a medida do comprimento do corpo no eixo ântero-posterior, nos pontos mais ventrais. São utilizadas aqui as seguintes abreviaturas das estruturas anatômicas:

- an = arco neural
- C = número de vértebras cervicais
- C1 - Cn = vértebras cervicais
- cc = costela cervical
- ccd = costela caudal
- Cd = vértebra caudal
- cs = processo transverso sacral
- ct = costela tóraco-lombar
- cv = corpo vertebral
- d = diapófise
- pe = processo espinhoso
- pl = pleurocentro
- po = pós-zigapófise
- pr = pré-zigapófise
- PS = vértebras pré-sacrais
- pt = processo transverso
- S (S1 - S2) = vértebras sacrais
- TL = número de vértebras tóraco lombares
- TL1 - TL14 = vértebras tóraco-lombares
- VC = número de vértebras cervicais

## DESCRIÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL VÉRTEBRAS CERVICais

**ATLAS (C1)** (Figs 2 a e b) — O atlas encontra-se apenas parcialmente preservado no espécime MCN.P.562. O arco neural do atlas está representado por dois pequenos elementos trapezoidais levemente convexos, muito finos, deslocados ventralmente ao áxis. Anteriormente ao centro do áxis, observa-se dois outros pequenos elementos ósseos correlacionáveis, pela sua posição, ao intercentro do atlas (o menor) e ao pleurocentro 1, deslocado ventralmente.

**Áxis (C2; Fig. 2a, b)** — No espécime MCN.P.563, o áxis encontra-se quase completamente preservado. Ele constitui o elemento mais curto (exceto o atlas) e mais alto, de toda a região cervical. Seu arco neural é delgado e muito desenvolvido dorsalmente. A sua porção pedicular (pedicelar) é mais curta do que a sua porção dorsal; sua borda dorsal apresenta-se convexa. Na região látero-ventral média do centro ocorre um processo transverso bem desenvolvido que se prolonga posteriormente para além dos limites do centro, onde provavelmente se articulava a costela cervical. O pleurocentro 1 está situado na porção anterior do áxis como um elemento globular, sendo possível distinguir-se uma linha de sutura entre estes elementos (processo odontóide fusionado ao áxis ?).

**DEMAIS VÉRTEBRAS CERVICais (C3 À C13; C14 E C15 ?; Fig. 2a)** — Posteriormente ao áxis o comprimento do centro vertebral tende a aumentar até a 10<sup>a</sup> vértebra cervical que é a mais longa de todas, no espécime MCN.P.563. Neste espécime, da 11<sup>a</sup> até a 15<sup>a</sup> o comprimento do centro permanece mais ou menos constante. A 3<sup>a</sup> vértebra cervical apresenta o arco neural bem desenvolvido, porém menos do que o do áxis, e apresenta a sua borda dorsal suavemente convexa. Em norma lateral pode-se observar que o arco neural sofre, a partir da 4<sup>a</sup> vértebra, uma grande redução de tamanho, restringindo-se o processo espinhoso a uma crista baixa pouco proeminente, que volta a tornar-se mais proeminente nas vértebras posteriores. O arco neural torna-se gradativamente mais alto e espesso a partir da 10<sup>a</sup> vértebra cervical; o processo espinhoso é de aspecto triangular, inclinado posteriormente. No arco neural, lateralmente ao processo espinhoso, ocorre uma crista que se desenvolve desde a borda anterior e prolonga-se até a borda posterior do arco. Lateralmente ao centro vertebral, partindo de seu terço médio, encontra-se a pós-zigapófise, arredondada e levemente achatada em sua porção posterior, que se estende para além dos limites do centro vertebral, terminando de forma aguda. Na face póstero-ventral desta apófise encontra-se a faceta

articular horizontal, para a faceta da pré-zigapófise. A pré-zigapófise constitui-se em uma projeção localizada látero-ventralmente, logo acima do processo transverso, e cuja superfície articular é horizontal e voltada dorsalmente. O processo transverso nas vértebras mais anteriores localiza-se ventro-lateralmente. No terço posterior da região cervical o processo transverso passa a ocupar uma posição mais lateral. As vértebras posteriores à C12 estão muito fraturadas ou superpostas. Apesar disto, observa-se que “C14 à C15” apresentam o arco neural mais largo, mais curto, com o processo transverso ocupando posição mais látero-dorsal, diferentemente das vértebras anteriores.

#### COSTELAS CERVICAIAS (Fig. 2 a)

No espécime MCN.P.562 pode-se observar costelas a partir do áxis, até a 8<sup>a</sup> vértebra. Aqui elas são finas e longas, unidas à região ventral do centro vertebral (local exato não visível), e dirigidas posteriormente. No espécime MCN.P.563 ocorrem costelas cervicais a partir do áxis e nesta vértebra a costela tem aspecto engrossado e cilíndrico. A costela da C4 é delgada e longa. Da C7 à C9 elas são mais espessas, longas, quase se tocando entre si, havendo inclusive na face dorsal das costelas 8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> uma reentrância de acomodação ao prolongamento anterior das costelas posteriores (que existe da 7<sup>a</sup> à 11<sup>a</sup>). As costelas 7<sup>a</sup> à 9<sup>a</sup> apresentam o comprimento médio de 9 mm e largura aproximada de 1 mm. A extremidade posterior da 10<sup>a</sup> e principalmente da 11<sup>a</sup> é espessa, sugerindo articulação inter-costal (da 10<sup>a</sup> à 12<sup>a</sup> costelas). A costela da C12 é muito robusta proximalmente, adelgazando-se posteriormente; embora a extremidade falte por fratura. Posteriormente à 13<sup>a</sup> vértebra as costelas estão muito fraturadas. Todas as costelas cervicais presentes (C2, C4 à C13) estão aparentemente fusionadas às diapófises.

#### VÉRTEBRAS TÓRACO-LOMBARES (Fig. 3)

No espécime MCN.P.563, em norma lateral, as vértebras tóraco-lombares (TL), com costelas articuladas *in loco*, são em número de vinte, considerando-se quinze vértebras cervicais (ou vinte e duas, considerando treze cervicais). Os corpos vertebrais são cilíndricos (TL1 à TL3 deformadas e fraturadas), relativamente baixos em relação aos arcos neurais. Os caracteres mais conspícuos dos corpos, como o canal neural, a anfícelia e o canal notocordal, não são visíveis neste espécime, mas observáveis nos espécimes MCN.P.557 e MCN.P.558. Os corpos são ligeiramente côncavos lateralmente; os das vértebras TL4 à TL6 são mais curtos que os demais (TL7 à TL15; os das TL16 à TL20, estão

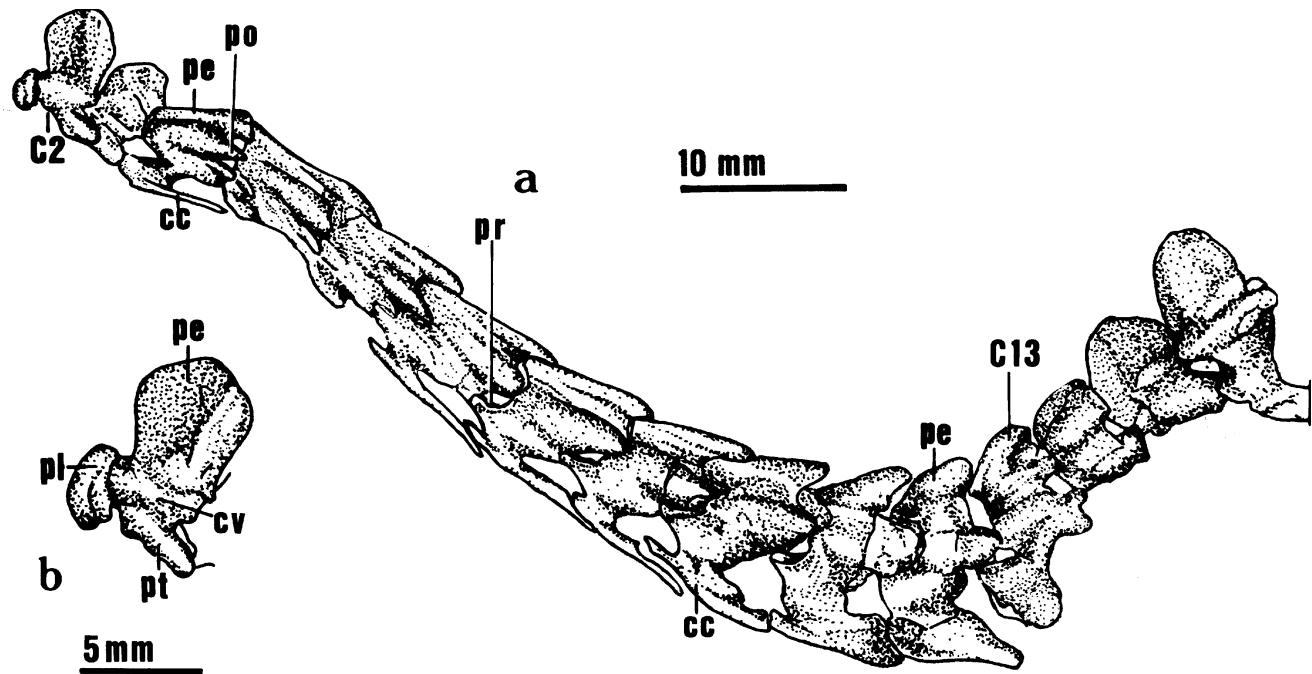


Fig. 2. *Brazilosaurus sanpauloensis* - MCN.P.563; região cervical ; a) norma lateral esquerda; b) áxis em detalhe; C1 - C13 = vértebras cervicais; cc = costela cervical; cv = corpo vertebral; pe = processo espinhoso; pl = pleurocentro; po = pós-zigapófise; pr = pré-zigapófise; pt = processo tranverso.

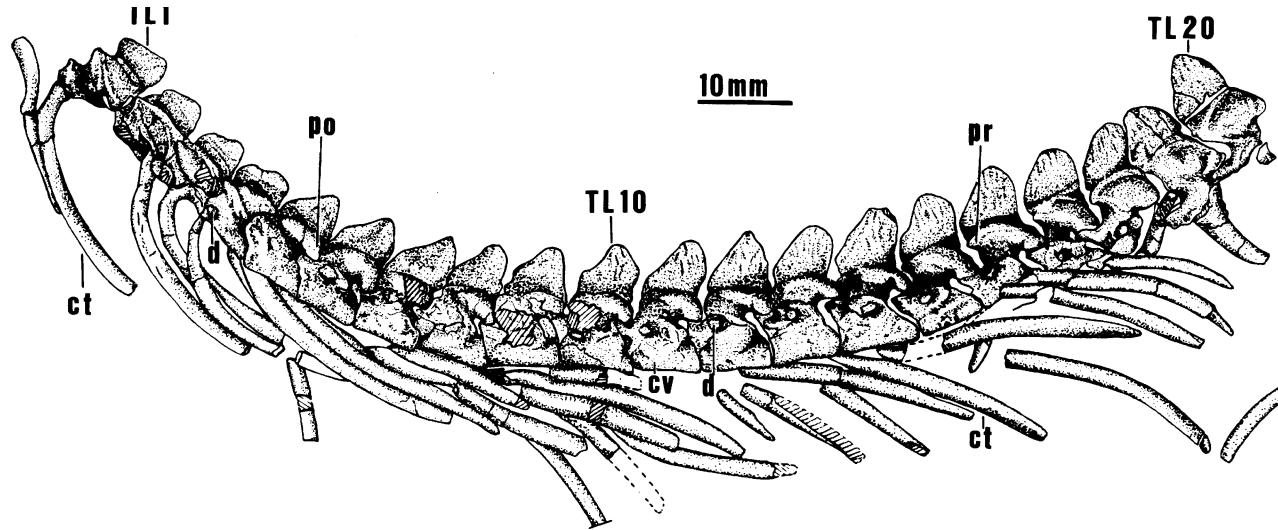


Fig. 3. *Brazilosaurus sanpauloensis* - MCN.P.563; região tóraco-lombar em norma lateral esquerda; TL1 – TL20 = vértebras tóraco-lombares; ct = costela tóraco-lombar; cv = corpo vertebral; d = diapófise; po = pós-zigapófise; pr = pré-zigapófise.

fraturados/deformados). Nas oito primeiras vértebras (TL1 à TL8) a porção basal dos arcos neurais é muito espessa, porção de onde se projetam as pré-zigapófises e pós-zigapófises. As espessas, longas mas relativamente baixas regiões pediculares apenas são individualizáveis entre a TL4 e a TL15 (TL1 à TL3 com costelas superpostas; TL16 à TL20 fraturadas nesta região) logo ventral às zigapófises. As zigapófises são horizontalizadas; as pré-zigapófises são parcialmente superpostas às pós-zigapófises correspondentes, porque são mais proeminentes, nas oito primeiras vértebras. Entre a TL12 e a TL15 (TL9 à TL11 e TL16 e TL17 fraturadas) o arco neural é mais alto do que nas anteriores. Nestas, enquanto a pré-zigapófise parece manter a posição das anteriores (TL6 à TL8; anteriores deformadas), as pós-zigapófises parecem tornar-se (no sentido caudal) oblíquas e dirigidas algo ventralmente, em direção à pré-zigapófise correspondente. Entre a pré-zigapófise e a pós-zigapófise observa-se a diapófise, para articulação da costela, longa ântero-posteriormente nas TL1 à TL4, reduzindo-se caudalmente a uma diminuta apófise.

Os processos espinhosos são relativamente baixos e inclinados posteriormente nas vértebras mais anteriores (TL1 à TL4), nas TL2 à TL4 com pequena crista longitudinal, logo ventral à borda dorsal; enquanto que nas seguintes (TL5 à TL7) eles são mais altos, biconvexos (anterior e posteriormente), estreitos e ligeiramente inclinados caudalmente. Seguem-se três vértebras (TL8 à TL10) em que os processos espinhosos são também estreitos, mas altos e praticamente anticlinais. Nas seguintes (TL11 à TL16), os processos espinhosos são também altos e ligeiramente inclinados caudalmente. Nas demais (TL17 à TL20) os processos espinhosos são novamente anticlinais.

#### VÉRTEBRAS SACRAIS (Fig. 4)

Os espécimes maduros MCN.P.563, MCN.P.564 e MCN.P.568 apresentam duas vértebras sacrais (S) fusionadas, o que é evidente no espécime MCN.P.564, onde as vértebras estão unidas apesar de desarticuladas do restante da coluna. As costelas são fusionadas às diapófises, mais longas do que as das últimas TL e mais achatadas do que estas; sendo mais alargadas nas extremidades distais (ilíacas), que são convexas ântero-posteriormente.

Nos espécimes MCN.P.564 e MCN.P.568, os processos transversos da vértebra S1 são aproximadamente perpendiculares ao centro; as bordas anterior e posterior são côncavas. Na vértebra S2, nos espécimes MCN.P.564 e MCN.P.568, elas apresentam as bordas anterior e posterior côncavas, sendo esta concavidade mais acentuada na anterior. As

costelas nos espécimes MCN.P.563 e MCN.P.568 estão situadas na porção mais anterior da base do arco neural. Os arcos neurais das vértebras sacrais estão muito fraturados nos espécimes disponíveis. S1 e S2 medem em comprimento, sete milímetros no espécime MCN.P.563; e seis e meio milímetros no espécime MCN.P.568.

#### VÉRTEBRAS CAUDAS (Fig.4.)

Os corpos das vértebras caudais (Cd) são cilíndricos, e diminuem de comprimento em direção caudal (MCN.P.563 e MCN.P.568). Os arcos neurais são aproximadamente triangulares. No espécime MCN.P.563, em norma ventral, Cd1 à Cd3 apresentam-se muito estreitados, comprimidos lateralmente; na Cd3, em ambos os lados do corpo vertebral, há uma fossa arredondada. Os corpos vertebrais são anfíclicos, como os demais segmentos da coluna vertebral (cervicais não visíveis neste aspecto no material), e sua principal característica é o canal notocordal que, pelo menos nas vértebras dos espécimes MCN.P.558 e MCN.P.566, atravessa completamente os corpos. Observa-se ainda, na borda póstero-ventral, as áreas bilaterais para articulação dos arcos hemais (presentes, mas fraturados, apenas no terço médio da coluna caudal; MCN.P.568). Algumas vértebras do terço médio apresentam um sulco vertical (MCN.P.558 e MCN.P.566) que pode atingir o arco neural (“fissura protovertebral” de COPE, 1886).

Os arcos neurais são espessos, mas menos do que os das vértebras tóracolumbares. Os processos espinhosos são dirigidos caudalmente, estreitos (látero-lateralmente) e curtos, afilando-se dorsalmente. As pré-zigapófises são longas (mas reduzindo-se em direção distal), ovóides e voltadas dorso-medialmente, variando entretanto com o segmento observado. Em algumas vértebras (segmento médio) isoladas (MCN.P.566) algumas pré-zigapófises e pós-zigapófises são bastante verticalizadas. As pós-zigapófises são proeminentes e voltadas ventro-lateralmente, também reduzindo-se distalmente.

No espécime MCN.P.563, em norma ventral, as vértebras Cd1 à Cd13 apresentam costelas caudais (Cd14 fraturada, e demais ausentes) bem desenvolvidas, fusionadas às vértebras e que diminuem gradativamente de comprimento em direção caudal. As vértebras Cd1 à Cd6 apresentam costelas curvadas posteriormente; a vértebra Cd7 apresenta costela aproximadamente reta e perpendicular ao corpo vertebral; as vértebras Cd8 à Cd13 apresentam costelas pontiagudas e voltadas anteriormente. No espécime MCN.P.568 observam-se 66 vértebras caudais, mas apenas 5 caudais mensuráveis, o comprimento do corpo das vértebras Cd 1, Cd 2, Cd 3, Cd 4 e Cd 5 corresponde respectivamente a 7,0; 7,0; 6,0; 5,8 e 5,8 mm.

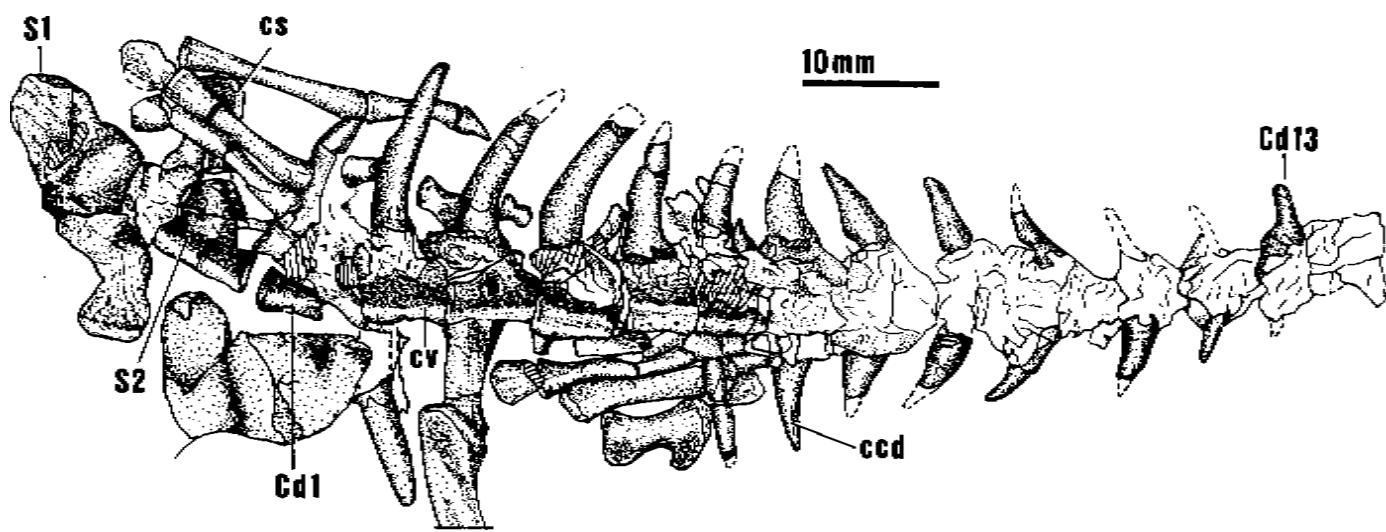


Fig. 4. *Brazilosaurus sanpauloensis* - MCN.P.563: região sacral e caudal em norma ventral; S1-S2 = vértebras sacrais; Cd1-Cd13 = vértebras caudais; ccd = costela caudal; cs = processo transverso; cv = corpo vertebral.

## DISCUSSÃO

Enquanto SHIKAMA & OZAKI (1966) descreveram 34 vértebras pré-sacrais (PS), no material aqui estudado (MCN.P.563) observam-se 35 PS, incluindo os elementos de C1. Na realidade, o material de queles autores talvez tenha 35 PS, já que eles interpretaram erroneamente C2 como C1. Em relação aos demais Mesosauridae, COPE (1886) e OSBORN (1903) referiram 34 PS para *Stereosternum tumidum*; MCGREGOR (1908), 29 PS para *Mesosaurus brasiliensis*; ARAÚJO (1974), 34 PS para *S. tumidum*, e 29 para *M. brasiliensis*; BORGOMANERO & LEONARDI (1979), 33 PS para *S. tumidum*; OEOFSEN (1981), 29 PS para *M. tenuidens*.

Deste modo, considerando os três gêneros como monoespecíficos (OEOFSEN & ARAÚJO, 1987), *Mesosaurus tenuidens* parece ter 29 PS (exceto para HUENE, 1941); *Stereosternum tumidum* ter 34 PS (exceto para BORGOMANERO & LEONARDI, 1979); e *Brazilosaurus sanpauloensis* seguramente 35 PS, já que o material aqui estudado está completo neste aspecto. Em relação à discrepância dos autores, em relação ao número de PS nos demais Mesosauridae, pode-se supor duas possibilidades: a) as espécies variam no número de PS; ou b) houve má interpretação de alguns autores, talvez devido ao material inadequado. A coluna vertebral apresenta várias características de Amniota primitivos não reconhecidas anteriormente.

### REGIÃO CERVICAL

Segundo SHIKAMA & OZAKI (1966), *Brazilosaurus sanpauloensis* teria quinze vértebras cervicais (VC), já que a primeira costela estaria articulada à décima-sexta vértebra; ou, para eles, à primeira tóraco-lombar (TL). Como eles confundiram C2 com C1, seu espécime teria realmente dezenas VC. Além disso, seu critério de determinação de VC é errôneo, porque também nas VC as costelas são geralmente articuladas às vértebras (mas fusionadas no espécime MCN.P.563); e presentes em seu espécime (SHIKAMA & OZAKI, *op. cit.*, Figs 1 e 2).

Por outro lado, considerando os critérios pouco precisos mas usuais da literatura (*e.g.* ROMER, 1956; costelas curtas e vértebras mais móveis na região cervical; e TL com costelas móveis e atingindo a região do esterno - este aparentemente ausente em Mesosauridae), também sob este aspecto a determinação de SHIKAMA & OZAKI (1966) quanto ao número de VC é inadequada. ARAÚJO (1974), refere quinze VC e ARAÚJO (1976) 14 ou 15 VC para *B. sanpauloensis*.

No espécime aqui estudado (MCN.P.563) quanto a este aspecto, a primeira costela tóraco-lombar preservada e articulada está na 16<sup>a</sup> vértebra, a partir do atlas. Todavia, as últimas vértebras com costelas pequenas e fusionadas são, com segurança, a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup>. As vértebras 14<sup>a</sup> à 15<sup>a</sup> estão ou fraturadas ou superpostas na região costal, mas poderiam ter tido pequenas costelas e serem cervicais. Pode-se, todavia, afirmar que este espécime tinha pelo menos treze VC. Se o espécime tiver tido apenas treze VC, *Brazilosaurus sanpauloensis* teria tido apenas uma cervical a mais do que os demais Mesosauridae (OSBORN, 1903: doze VC para *Mesosaurus tenuidens*; HUENE, 1941: doze VC para *M. brasiliensis*; ARAÚJO, 1974, 1976: doze VC para *S. tumidum* e *M. brasiliensis*; BORGOMANERO & LEONARDI, 1979: doze para *S. tumidum*; OEOFSEN, 1981: doze VC para *M. tenuidens*). Apesar disto, é ainda importante salientar que as vértebras 14<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> do espécime MCN.P.563, embora fraturadas, apresentam alguns caracteres intermediários entre VC e TL, colocando novas dúvidas sobre a atribuição das quinze primeiras vértebras como cervicais como o fizeram SHIKAMA & OZAKI (1966). Infelizmente estes não dão detalhes anatômicos vertebrais, até porque em seu material elas estavam fraturadas.

O espécime MCN.P.563 apresenta uma particularidade notável na região cervical, que, observada em outros espécimes, poderá resolver a questão do número preciso das VC, pelo menos em *Brazilosaurus sanpauloensis*. A particularidade é o fato de as costelas cervicais (até a 13<sup>a</sup>), estarem fusionadas às VC. Como esta característica (fusionamento) pode ocorrer nas VC mas não nas TL anteriores, todas as vértebras com costelas fusionadas são necessariamente cervicais. O espécime MCN.P.563 apresenta esta possibilidade de análise detalhada da face lateral da região cervical porque, como é usual em *Brazilosaurus sanpauloensis*, os espécimes mais completos são encontrados com o pescoço em hiper-extensão dorsal (pela retração *post mortem* dos ligamentos inter-vertebrais), e não como usualmente são encontrados *Mesosaurus* e *Stereosternum*, em vista dorsal ou ventral (crânio e coluna cervical).

Atlas (C1) e Áxis (C2) — Como já referido, SHIKAMA & OZAKI (1966) confundiram C2 com C1, apesar de que, mesmo em seu espécime, C2 presenta morfologia típica, com arco neural muito desenvolvido. No espécime MCN.P.563, o áxis, além do arco neural típico, parece apresentar um processo odontóide (pleurocentro 1) talvez fusionado à C2. Os elementos preservados do atlas (MCN.P.562) mostram que o mesmo era

parcialmente cartilaginoso (pelo menos neste espécime), com elementos não fusionados; aparentemente os dois centros do arco neural (semelhantemente ao ilustrado por OELOFSEN, 1981, para *Mesosaurus tenuidens*), e o intercentro.

#### REGIÃO TÓRACO-LOMBAR

SHIKAMA & OZAKI (1966) referiram dezenove TL para *Brazilosaurus sanpauloensis*. Todavia, como seu critério de distinção entre VC e TL é inadequado, como já referido, sua hipótese de 19 TL se torna incerta. Além disto, no espécime MCN.P.563, nas VC (C1 até C13), o processo transverso (diapófise) é longo e bastante ventral, enquanto que a partir da 17<sup>a</sup> vértebra (2<sup>a</sup> TL, costela faltando) ele é bastante reduzido, para articulação do capítulo costal, que neste segmento é pontiagudo.

Finalmente, como observado antes, no espécime MCN.P.563, as vértebras 14<sup>a</sup>, e 15<sup>a</sup>, embora fraturadas, apresentam características intermediárias entre VC e TL de modo que apenas estudo detalhado desta região (intermediária, “C14 à C15”), em espécimes bem preservados, poderá resolver o problema da determinação de quantas VC e quantas TL apresenta *Brazilosaurus sanpauloensis*, o que deverá ser feito principalmente com base no fusionamento costo-vertebral.

#### REGIÃO SACRAL

Embora SHIKAMA & OZAKI (1966, p.352, 354 e 357) se refiram confusamente a uma (ou duas)

vértebras sacrais (“...one sacral...”; “Pelvic girdle seems to be jointed with the twentieth vertebra as preserved, it may be a sacral vertebra”; “Only one sacral vertebra...”; “...one sacral vertebrae...”) nos três espécimes disponíveis (MCN.P.563, MCN.P.564, e MCN.P.568) observa-se claramente duas vértebras, como nos demais Mesosauridae.

O fato do ílio aparentemente ser muito curto para articulação com duas vértebras (McGREGOR, 1908, para *Mesosaurus brasiliensis*) sugere que algum tipo especial de articulação existisse, talvez não precisamente uma “articulação frouxa” (pouco provável anatomicamente) como referiu McGREGOR (*op. cit.*), mas talvez uma articulação de S2 com uma porção cartilaginosa do ílio; já que pela extremidade do processo transverso de S1 (em S2, liso, possivelmente cartilaginoso), a primeira é que se articulava ao ílio.

No material disponível as duas vértebras sacrais eram fusionadas, diferentemente do anteriormente referido (McGREGOR, 1908; OELOFSEN, 1981, para *Mesosaurus*; e SEELEY, 1892, para *Stereosternum*), pelo fato

de permanecerem unidas, mesmo no espécime desarticulado (MCN.P.564).

#### REGIÃO CAUDAL

*Brazilosaurus sanpauloensis* apresenta sessenta e seis vértebras caudais (Cd) no espécime MCN.P.568, o mais completo, em que estão faltando, possivelmente, algumas Cd terminais. A morfologia das Cd se assemelha muito à descrita por COPE (1886) para *Stereosternum tumidum* (estando inclusive presente sua “fissura protovertebral”, também referida por BROOM, 1904); bem como à descrita por McGREGOR (1908) para *Mesosaurus brasiliensis*, e àquela referida por OEOFSEN, (1981) para *M. tenuidens*.

### CONCLUSÕES

*Brazilosaurus sanpauloensis* apresenta no material estudado trinta e cinco PS. A vértebra interpretada como C1 (atlas) por autores anteriores, é realmente C2, por sua morfologia típica de áxis. O atlas permanece como centros de ossificação independentes, como em *Mesosaurus tenuidens*. O áxis apresenta morfologia usual dos “Reptilia”, mas talvez com processo odontóide (pleurocentro 1) fusionado, aspecto encontrado em alguns dos Amniota mais antigos.

Os critérios de determinação do número de VC dos autores anteriores têm sido inadequados. O número de VC de *Brazilosaurus sanpauloensis* permanece problemático, podendo ser 15, e não dezenas (15 + 1, em SHIKAMA & OZAKI, 1966); ou até mesmo 13 VC, no que então a espécie não diferiria muito dos demais Mesosauridae. Se o fusionamento costovertebral cervical for constante em espécimes maduros de *Brazilosaurus sanpauloensis*, este será o melhor critério de determinação do número exato de VC. *Brazilosaurus sanpauloensis* tem pelo menos vinte e, no máximo, vinte e duas TL. e apresenta duas vértebras sacrais fusionadas, como os demais Mesosauridae, e talvez S2 se articulasse a uma porção cartilaginosa do ílio. Tem pelo menos sessenta e seis vértebras caudais.

Várias características observadas, como as do áxis e coluna vertebral em geral, sugerem relação filogenética dos Mesosauridae com os Captorhinomorpha.

Espécimes mais completos de *Brazilosaurus sanpauloensis* e/ou com porções bem preservadas são necessários para esclarecer as dúvidas

que permanecem quanto à morfologia detalhada do áxis, o número de vértebras cervicais, de vértebras tóraco-lombares e de vértebras caudais.

**AGRADECIMENTOS** — Os autores desejam expressar sua gratidão para: Museu de Ciências Naturais (Setor de Ciências Biológicas) da Universidade Federal do Paraná, pela infra-estrutura fornecida e cessão do material para este estudo; Empresa Metais de Goiás (METAGO), por ter facilitado o acesso às pedreiras de Portelândia e Perolândia; Departamento de Geologia da Universidade de Brasília; Olavo Araújo Guimarães e Sibelle Trevisan Disaró pelas sugestões, críticas e colaborações.

## RESUMO

Este trabalho trata da descrição da coluna vertebral de *Brazilosaurus sanpauloensis*. O Áxis, e a coluna vertebral como um todo, mostram caracteres semelhantes àqueles de alguns dos mais antigos Amniota. No espécime mais completo, o número de vértebras pré-sacrais é trinta e cinco; a região cervical - com costelas fusionadas - exibe pelo menos treze vértebras (ou no máximo quinze); a primeira vértebra tóraco-lombar típica é a décima-sexta, apresentando esta região entre vinte, e vinte e duas vértebras; a região sacral tem duas vértebras fusionadas; e há cerca de sessenta e seis vértebras caudais.

Em trabalhos prévios há erros, tais como: na interpretação do áxis como sendo o atlas; nos parâmetros para determinar os limites entre as regiões cervical e tóraco-lombar nos Mesosauridae. O melhor caráter para determinar os limites entre as regiões cervical e tóraco-lombar poderia ser o fusionamento coste-vertebral na primeira, se este caráter for constante nesta espécie. Outros e mais completos espécimes são necessários para esclarecer as dúvidas remanescentes.

**PALAVRAS CHAVES:** neotropical, fóssil, Reptilia, *Brazilosaurus-sanpauloensis*.

## SUMMARY

This work deals with the description of the vertebral column of *Brazilosaurus sanpauloensis*. The axis, and vertebral column as a whole, present similar characters to those of some of the earliest Amniota. In the most complete specimen, the number of presacral vertebrae is thirty-five; the cervical column - with fused ribs - exhibits at least thirteen vertebrae (or fifteen at the maximum); the first typical thoraco-lumbar vertebra is the sixteenth, this region presents twenty to twenty-two vertebrae; the sacral column has two fused vertebrae; and there are about

sixty-six caudal vertebrae. There are mistakes in previous works such as: in the interpretation of the axis as being atlas; in the parameters to determine the limits between cervical and thoraco-lumbar regions in the Mesosauridae. The best character to determine the limits between cervical and thoraco-lumbar regions might be the costovertebral fusion in the first, if this character is constant in this species. Other and more complete specimens are needed to clarify the remaining doubts.

KEY WORDS: neotropical, fossil, Reptilia, *Brazilosaurus-sanpauloensis*.

## RÉSUMÉ

Ce travail traite de la description de la colonne vertébrale de *Brazilosaurus sanpauloensis*. L'Axis et tout la colonne vertébrale montrent les caractères semblables a ceux de les Amniota plus anciennes. Dans le spécimen le plus complet, le nombre de vertèbres du presacral est trente-cinq; la colonne cervicale — avec les côtes amorcé — expose au moins treize vertèbres (ou quinze au maximum); la première vertèbre thoraco-lombaire typique c'est la seizième; cette région présente vingt à vingt-deux vertèbres; la colonne du sacral a deux vertèbres amorcé; et il y a approximativement soixante-six vertèbres caudales. Il y a des erreurs dans les travaux antérieurs tel que: dans l'interprétation de l'Axis comme être Atlas; dans les paramètres déterminer les limites entre cervical et régions thoraco-lombaires dans le Mesosauridae. Le meilleur caractère à déterminer les limites entre régions cervicales et thoraco-lombaires serait la fusion du costovertebral dans le premier, si ce caractère est constant dans cette espèce. Les spécimens plus complets sont nécessaire à clarifier les doutes restants.

MOTS CLÉS: Proganosauria, Mesosauridae, *Brazilosaurus-sanpauloensis*, colunne vertebral.

## BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, D. C. 1974. *Taxonomia e relações dos Proganosauria da Bacia do Paraná*. Dissertação, curso de Pós-Graduação em Geociências (Mestrado) — Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio

- Grande do Sul. (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 107 ppp.
- ARAÚJO, D. C. 1976. Taxonomia e Relações dos Proganosauria da Bacia do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 48 (1): 91-116.
- BAUR, G. 1887. On the phylogenetic arrangement of the Sauropsida. *J. Morphology*, Philadelphia, 1 (1): 93-104.
- BORGOMANERO, G. & G. LEONARDI. 1979. Anel esclerótico e outras peculiaridades em um espécime de *Stereosternum tumidum* (Proganosauria, BAUR, 1887) de Assistência, São Paulo. In: *Simpósio Regional de Geologia*, 2. Rio Claro, 1979. *Atas...* Rio Claro, SBG, 1979. 1: 175-179.
- CAMP, C. L. & D. G. HANNA. 1937. *Methods in Paleontology*. Berkeley, University California Press, 153 pp.
- COOPER, C. L. 1935. Ammonium chloride sublimate apparatus. *Journ. Paleontology*, Tulsa, 9: 357-359.
- COPE, E. D. 1886. A contribution to the vertebrate paleontology of Brazil. *Proc. Amer. Phil. Soc.*, Philadelphia, 23: 7-15.
- DAEMON, R. F. & L. P. QUADROS. 1970. Bioestratigrafia do neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 24, Brasília, 1970. *Anais...* Brasília: pp. 355-412.
- HUENE, F. von. 1941. Osteologie und Systematische stellung von *Mesosaurus*. *Palaentographica*, Stuttgart, 92 (45-58). (Abt. A).
- McGREGOR, J. H. 1908. *Mesosaurus brasiliensis* nov. sp.. In: *Relatório Final Comissão de Estudos Minas de Carvão de Pedra do Brasil*, Rio de Janeiro: pt. 2, pp. 301-336.
- MENDES, J. C. 1967. The Passa Dois Group (The Brazilian portion of the Paraná Basin). In: BIGARELLA, João José; et al., ed. *Problems in Brazilian and Gondwana Geology*, Curitiba: Conselho Nacional de Pesquisas, Centro de Investigações do Gondwana (UFRGS) — Instituto de Geologia (UFPR), Comissão da Carta Geológica do Paraná, p. 119-166.
- MONES, A. 1986. El contenido paleontológico de las formaciones carbonico pérmicas del Uruguay. *Comunicaciones Paleontológicas Museo Montevideo, Uruguay*, 14 (1): 209-216.
- MOREIRA, L. E.; M. B. RIBEIRO & B. C. LIMA. 1984. Mesosaurídeos em Goiás. *Anuário de Divulgação Científica, Universidade Católica de Goiás, Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia*, 10: 125-133.
- OELOFSEN, B. 1981. *An anatomical and systematic study of the family Mesosauridae (Reptilia, Proganosauria) with special reference to its associated fauna and paleoecological environment in the Whitehill sea.*

- Stellenbosch: 204 p. PhD Thesis Departament of Zoology, University of Stellenbosch,
- OELOFSEN, B. & D. C. Araújo. 1983. Paleoecological implications of the distribution of mesosaurid reptiles in the permian Irati sea (Paraná Basin), South America. *Revta brasil. Geociêns.*, São Paulo, 13 (1): 1-6.
- OELOFSEN, B. & D. C. ARAÚJO. 1987. *Mesosaurus tenuidens* and *Stereosternum tumidum* from the Permian Gondwana of both Southern Africa and South America. *South African Journ. Sci.*, Cap Town, 83: 370-372.
- OSBORN, H. F. 1903. The reptilian Subclasses Diapsida and Synapsida and the early history of the Diaptosauria. *Amer. Mus. Nat.Hist.*, New York, 1(8): 451-507.
- PINTO, I. D. 1972. Late paleozoic insects and crustaceans from Paraná Basin and their bearing on chronology and continental drift. *An. Acad. brasil. Ciênc. (Suplemento)*, Rio de Janeiro, 44: 247-257, Suplemento.
- ROMER, A. S. 1956. *Osteology of the Reptiles*. Chicago: University Chicago Press, 772 pp.
- ROMER, A. S. 1966. *Vertebrate Paleontology*. Chicago University, 468 pp.
- RÖSLER, O. 1970. *Novas ocorrências fossilíferas do Grupo Passa Dois do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências) — Instituto de Geociências, Universidade Federal Rio Grande do Sul. 56 pp.
- SEADOR, F. A. & O. RÖSLER. 1985. *Ocorrência de formas jovens de mesosaurídeos associados a um adulto, em Jataí, Goiás (Fm. Irati, Permiano Superior)*. In: *Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 9, Fortaleza, Resumos... Fortaleza: SBP, 1985. 131 pp.
- SEELEY, H. G. 1892. The Mesosauria of South Africa. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, London, 48: 586-604.
- SHIKAMA, T.. 1970. On some mesosaurs skeletons kept in Japan. *Science Reports of the Yokohama National University, Sec. 1, Kamkura*, 16: 29-49.