ROSELY RODRIGUES DA SILVA

**DESCRIÇÃO OSTEOLÓGICA E POSICIONAMENTO FILOGENÉTICO DE
UM TERÓPODE (DINOSAURIA, SAURISCHIA) DO CRETÁCEO INFERIOR
DA BACIA SANFRANCISCANA, MUNICÍPIO DE CORAÇÃO DE JESUS,
MINAS GERAIS, BRASIL**

**SÃO PAULO
2013**

Rosely Rodrigues da Silva

**DESCRIÇÃO OSTEOLÓGICA E POSICIONAMENTO FILOGENÉTICO DE
UM TERÓPODE (DINOSAURIA, SAURISCHIA) DO CRETÁCEO INFERIOR
DA BACIA SANFRANCISCANA, MUNICÍPIO DE CORAÇÃO DE JESUS,
MINAS GERAIS, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para a obtenção do Título de Mestre em Zoologia, na Área de Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Hussam Zaher

VERSÃO CORRIGIDA

**SÃO PAULO
2013**

Silva, Rosely Rodrigues da

Descrição osteológica e posicionamento filogenético de um terópode (Dinosauria, Saurischia) do Cretáceo Inferior da Bacia Sanfranciscana, município de Coração de Jesus, Minas Gerais, Brasil. 121p.

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia.

1. Theropoda 2. Abelisauroida 3. Eocretáceo 4. Bacia Sanfranciscana – Minas Gerais. I. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. Departamento de Zoologia

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Prof. Dr. Hussam Zaher

VERSÃO CORRIGIDA

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO.	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Histórico das pesquisas.....	1
1.2. Clado Dinosauria.....	2
1.3. Clado Theropoda.....	4
1.4. Ceratosauria.....	6
1.5. Coelophysoidea.....	9
1.6. Tetanurae.....	10
1.7. Registro geológico de Theropoda, com ênfase em Ceratosauria.....	10
1.8. Registros de Theropoda no Brasil.....	14
2. GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA DA BACIA SANFRANCISCANA.....	17
2.1. Sequência deposicional da Bacia Sanfranciscana.....	17
2.2. Geologia regional da área de estudo.....	18
2.3. Registro fóssil da Bacia Sanfranciscana.....	19
3. OBJETIVOS.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1. Preparação e coleta do material fóssil em campo.....	21
4.2. Preparação do material fóssil em laboratório.....	22
4.3. Descrição do exemplar MZSP-PV 830.....	22
4.4. Análise filogenética.....	23
5. RESULTADOS.....	24
5.1 .O status taxonômico <i>a priori</i> de MZSP-PV 830.....	24
5.2. Descrição do exemplar MZSP-PV 830.....	25
5.2.1. <i>Tíbia</i>	26
5.2.2. <i>Fíbula</i>	28
5.2.3. <i>Tarsus</i>	29
5.2.3.1. <i>Astrágalo</i>	30
5.2.3.2. <i>Calcâneo</i>	31
5.2.4. <i>Pé</i>	31
5.2.4.1. <i>Metatarsal I</i>	32
5.2.4.2. <i>Metatarsal II</i>	33

5.2.4.3. <i>Metatarsal III</i>	33
5.2.4.4. <i>Metatarsal IV</i>	34
5.2.5. <i>Falanges</i>	35
5.2.5.1. <i>Falanges do dígito II</i>	35
5.2.5.2. <i>Falanges do dígito III</i>	36
5.2.5.3. <i>Falanges do dígito IV</i>	36
5.3. Análise filogenética.....	39
5.3.1. <i>Parâmetros da análise</i>	39
5.3.2. <i>Caracteres acrescentados à análise</i>	39
5.3.3. <i>Resultados</i>	41
6. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....	44
7. BIBLIOGRAFIA.....	47
ANEXO 1. Lista de táxons utilizados para a comparação.....	68
ANEXO 2. Lista de abreviaturas.....	71
ANEXO 3. Lista de figuras.....	72
ANEXO 4. Lista de caracteres.....	94
ANEXO 5. Lista dos apomorfias por clado.....	109
ANEXO 6. Matriz de dados empregados na análise.....	115
6.1. Matriz no formato TNT.....	115
6.2. Matriz apresentada no formato de tabela.....	118

AGRADECIMENTOS

Existem diversas Instituições e pessoas que deveriam ter seus nomes lembrados, pois contribuíram significativamente para que esta dissertação fosse realizada.

Ao Programa de Pós- Graduação em Zoologia do Instituto de Biociências/ USP, pela oportunidade de desenvolvimento do projeto de mestrado e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Mestrado, que permitiu dedicação integral na realização desta dissertação, bem como suporte financeiro para que pudessem ser realizadas as visitas para a comparação dos materiais nas Instituições de Pesquisas e nos Museus na Argentina. À FAPESP, pelo apoio financeiro através do Projeto Temático Vinculado ao Programa Biota, Processo FAPESP 02/13062-4, que fomentaram as campanhas de campo, dentre as quais foi possível coletar o exemplar estudado. À Willi Hennig Society, que disponibilizou gratuitamente o programa TNT para a análise filogenética do material.

Iniciando os agradecimentos pelo meu orientador Prof. Dr. Hussam Zaher pela orientação, disposição e confiança na minha pesquisa.

Aos curadores e responsáveis dos Institutos e Museus na Argentina que autorizaram as visitas para a análise comparativa dos holótipos, Ricardo Martinez (UNSJ, San Juan, Argentina); Diego Pol e Eduardo Ruigomez (MEF, Trelew, Argentina), Alejandro Kramarz e Fernando Novas (MACN, Buenos Aires, Argentina); Rubén Martínez e Gabriel Casal (UNPSJB, Comodoro Rivadavia, Argentina), Juan Canale (MMCH, Villa El Chocón, Argentina); Rodolfo Coria (MCF, Plaza Huincul, Argentina), Ruben Barbieri (MPCA, Cipoletti, Argentina), Jorge Calvo e Juan Porfiri (MUCP, Lago Barreales, Argentina), Marcelo Reguero (MLP, La Plata, Argentina).

Pessoas muito especiais auxiliaram-me, de diferentes formas, para que esta dissertação pudesse ser concluída.

Em ordem cronológica, agradeço à Carol Mello, responsável técnica pela Coleção de Herpetologia do Museu de Zoologia, que foi o meu primeiro contato dentro do Museu de Zoologia e a Luciana Lobo pela aceitação como estagiária dentro do Laboratório de Paleontologia e também pelas primeiras lições de preparação de limpeza de fósseis.

Agradeço a coletividade da equipe do Laboratório de Paleotologia que dividiram comigo vários momentos bons e também complicados, seja em campo ou no laboratório. A equipe de laboratório/campo, no período de 2007 a 2013, especialmente:

Marcos Obeid e Mariana Galera, meus companheiros nos primeiros campos. A Bruno Augusta, Bruno Navarro, Karla Moya, Leandro Sanchez, Natan Brilhante, Natasha Mezzacappa, Rafael Delcourt, Melissa Padilha e Wellton Araújo, pelos bons momentos e ajuda dentro e fora do Museu. A Giovanna Montingelli e ao Felipe Grazziotin pela primeiras dicas e ajuda para utilizar o programa TNT. Ao pessoal da museologia, Felipe Elias e Rosângela, bem como a bibliotecária Dione Seripierri pela ajuda na formatação das referências bibliográficas. Meus sinceros agradecimentos ao geólogo Ricardo A. Pires-Domingues, que além de me acompanhar nos primeiros trabalhos de campo, ainda me ajudou com artigos, bibliografias e dicas muito importantes para confecção desta dissertação, especialmente no capítulo sobre a Bacia Sanfranciscana.

Meus agradecimentos muito especiais, aos meus “*senpais*” (forma de tratamento japonês para se referir a veteranos e/ou cargos superiores) Alberto Carvalho, Paulo Miranda e novamente ao Prof. Hussam, pela força, sugestão, apoio, incentivo e ensinamento desde a minha entrada como estagiária até o desenvolvimento deste trabalho, especialmente nos dois últimos meses. Muito obrigada.

Agradeço a minha família, principalmente, minha mãe, meu pai, minha irmã, meus irmãos, minha tia Fátima, meu primo Ivan e a minha avó Ruth, que são figuras extremamente importantes na minha vida.

A todas a essas pessoas, que fazem parte da minha vida,
ARIGATOU GOZAIMASU!

RESUMO

A região do cráton São Francisco possui um histórico de eventos de sedimentações que datam do Paleo-Proterozóico e Mesozóico. A Bacia Sanfranciscana representa o último ciclo geodinâmico que afetou a grande Bacia Intracratônica do São Francisco. Embora o Cretáceo brasileiro seja considerado o período geológico mais bem representativo em termos de conteúdo de paleofauna de vertebrados, na Bacia Sanfranciscana este registro era restrito até recentemente apenas por celacantídeos e fragmentos de peixes do Grupo Areado. Através dos trabalhos de campos executados pela equipe do Laboratório de Paleontologia do Museu de Zoologia da USP, novos fósseis de tetrápodes continentais foram encontrados em sedimentos da Formação Quiricó, nos arredores do município de Coração de Jesus (MG). Dentre estes materiais, destacam-se elementos epipodiais, mesopodiais e metapodiais atribuíveis a um terópode. Este estudo visou descrever e comparar a osteologia do novo exemplar, tombado sob o número MZSP-PV 830, com outros registros de abelissauroideos conhecidos além de posicionar filogeneticamente com os outros táxons da irradiação de terópodes formada pelo clado Ceratosauria. Neste sentido, a análise da matriz de dados alocou-o no clado Noasauridae, com base nas seguintes características: a forma tabular do maléolo lateral da tíbia; e a forma estreita da haste do metatarsal II. A presente descrição representa uma relevância paleontológica significativa para o entendimento da diversificação dos terópodes no continente sul-americano. O material representa o primeiro registro osteológico de Noasauridae para o Brasil, o segundo representante de noassaurídeo de idade Aptiana, e é também a primeira descrição de um terópode para a região praticamente inexplorada da Bacia Sanfranciscana.

Palavra-Chave: 1. Theropoda 2. Abelissauroidea 3. Eocretáceo 4. Bacia Sanfranciscana

ABSTRACT

The region of the São Francisco craton has a history of sedimentation events dating from the Paleo-Proterozoic and Mesozoic. Sanfranciscana Basin sedimentation represents the last geodynamic cycle that affected the large Sanfranciscana Intracratonic Basin. Despite the Cretaceous of Brazil being the best represented geological period in terms of vertebrate paleofauna, this kind of record in Sanfranciscana Basin was until recently restricted to coelacanths and fragments of fish from Areado Group. Through fieldwork performed by the Laboratory of Paleontology at the Museu de Zoologia - USP, new fossils of continental tetrapods were found in Formation Quiricó sediments, on the vicinity of the city of Coração de Jesus (MG). Among these materials, we highlight epipodials, mesopodials and metapodials elements attributable to a theropod. This study aimed to describe and compare the osteology of this new specimen, numbered as MZSP-PV 830, with other known abelisauroids and also allocate it phylogenetically among the other theropod taxa irradiation of Ceratosauria clade. In this sense, the analysis of the data matrix allocated the new taxon in the Noasauridae clade, based on the following characteristics: the tabular shape of the lateral malleolus of the tibia; and the narrow shape of the metatarsal II shaft. The present description represents a significant paleontological relevance for understanding the diversification of theropods in South America. This material represents the first osteological record of Noasauridae to Brazil, the second noasaurid representative from the Aptian age, as well is the first description of a theropod from the virtually unexplored region of the Sanfranciscana basin.

Keyword: 1.Theropoda 2. Abelisauroida 3. Eocretaceous 4. Sanfranciscana Basin

1. INTRODUÇÃO

Desde as primeiras descobertas datadas do século 19, o estudo da diversidade morfológica, sistemática filogenética e a história biogeográfica dos dinossauros têm recebido importante atenção dentro da paleontologia de vertebrados, com um crescente número de táxons sendo descritos. Entretanto, a extinção dos dinossauros não-avianos no final do Período Cretáceo, bem como a origem e o começo da diversificação dos dinossauros ainda não estão totalmente compreendidas.

Wang e Dodson (2006) estimaram em cerca de 500-600 gêneros válidos de dinossauros não-avianos. O grupo Saurischia é o mais representativo, contando com aproximadamente 66% dos táxons descritos (Taylor, 2006). Para os terópodes não-avianos, o número de táxons válidos corresponde a 40% (Padian *et al.*, 1999; Weishampel *et al.*, 2004). A diversidade estimada ao incluir Aves dentro de Theropoda salta para aproximadamente 10.000 espécies (Brusatte *et al.*, 2010). Os pesquisadores que aceitam Aves incluso em Theropoda consideram os dinossauros como o grupo mais diversificado de tetrápodes terrestres (Brusatte, 2012).

Abaixo é apresentado um histórico sistemático, filogenético e biogeográfico dos dinossauros, com ênfase no grupo Ceratosauria, antes de abordar o aspecto osteológico e filogenético do espécime estudado nesta dissertação (MZSP-PV 830).

1.1. Histórico das pesquisas

O primeiro registro de dinossauro formalmente descrito na literatura foi de William Buckland (1824), que descreveu *Megalosaurus*, um material fragmentário atribuível a um terópode. Posteriormente, Meyer (1832) nomeou este material como *Megalosaurus bucklandi*. Nesta mesma época, Cuvier (1824) descreveu alguns restos fragmentários pós-cranianos advindos das camadas da França e, em 1838, Eudes-Deslongchamps descreveu o primeiro esqueleto parcialmente articulado, *Poekilopleuron bucklandii*, cuja comparação apresentou similaridade com *Megalosaurus*.

Somente em 1842 o anatomista britânico Richard Owen, com intuito de noticiar as diferenças entre *Megalosaurus* e répteis atuais, criou o termo Dinosauria (gr. “*lagarto terrível*”) como uma conclusão de última hora para o relatório da “11ª conferência da Associação Britânica para o Avanço da Ciência”. Neste trabalho Owen

incluiu três gêneros (*Megalosaurus*, *Iguanodon* e *Hylaeosaurus*) e excluiu *Poekilopleuron* porque o considerava um crocodilo.

Durante a década de 1860, importantes descobertas foram feitas. A principal foi a descrição de *Compsognathus longipes* Wagner 1861, o primeiro esqueleto articulado e quase completo, entretanto, só foi referido a Dinosauria em 1867 por Cope. Ainda em 1861, *Archaeopteryx lithographica* foi noticiado por Meyer e descrito detalhadamente por Owen (1863). Posteriormente, alguns autores notaram similaridades entre *Archaeopteryx* e os dinossauros conhecidos daquela época, particularmente dentro de terópodes (e.g. Cope, 1866; Huxley, 1869). No início do século 20, Huene (1914, 1926, 1932) produziu revisões de classificação e descreveu novos táxons dentro dos terópodes de grande porte, e muitas destas classificações são válidas ainda hoje.

1.2. Clado Dinosauria

No contexto filogenético, Dinosauria é um “node-based clade” dentro de Archosauria (Benton e Clark, 1988). Os arcossauros também incluem crocodilos, pterossauros e vários grupos basais do Triássico. Sereno (1997, 1998) e Brusatte *et al.*, (2010), definem o grupo como sendo composto pelo ancestral comum mais recente de *Passer domesticus* e *Triceratops horridus* e todos os seus descendentes.

Os primeiros registros de Dinosauria advêm do Triássico Médio (Nesbitt *et al.*, 2010), há cerca de 251 milhões de anos atrás. Este clado posteriormente se diversificou durante todo o mesozóico, representando o mais bem sucedido grupo de tetrápodes terrestres deste período geológico. A extraordinária diversidade está bem documentada no registro fóssil em praticamente todos os continentes, sendo que o período Jurássico é mais representativo que o Cretáceo (Rauhut, 2005).

O ancestral hipotético dos dinossauros (“protodinossauros”) foi provavelmente um arcossauro insetívoro de pequeno porte, com aproximadamente 1 metro de comprimento. Os membros posteriores eram maiores que os anteriores. Apesar de viverem em ambientes dominados por sinapsídeos, rincossauros e arcossauros de diferentes linhagens, as primeiras formas de dinossauros se irradiaram produzindo formas distintas, que não envolvia somente uma ampla diversidade morfológica, mas também uma variada dieta alimentar (Novas, 1992).

As formas mais primitivas de Dinosauria provêm dos depósitos do Triássico da Formação Ischigualasto (Argentina): *Herrerasaurus ischigualastensis* Reig, 1963

(Sereno e Novas, 1992), e *Eoraptor lunensis* Sereno *et al.*, 1993. No Brasil, os registros mais antigos datam do Triássico Superior da Formação Santa Maria da Bacia do Paraná, com *Staurikosaurus pricei* Colbert, 1970, *Saturnalia tupiniquim* Langer *et al.*, 1999 e *Pampadromaeus barberenai* Cabreira *et al.*, 2011. Ainda na Bacia do Paraná, na Formação Caturrita, há registro de um provável terópode, o *Guaibasaurus candelariensis* Bonaparte *et al.*, 1999 (Langer *et al.*, 2007). Outros registros de membros basais são as linhagens de sauropodomorfos representado por *Panphagia protos* Martinez e Alcober, 2009 e *Chromogisaurus novasi* Ezcurra, 2010, ambos da Formação Ischigualasto.

Nesbitt *et al.*, (2009) analisaram a hipótese da possível origem e irradiação do grupo ter sido no sudoeste do Gondwana, há aproximadamente 220 milhões de anos atrás. As análises filogenéticas mais recentes, que posicionam *Herrerasauridae* e *Eoraptor* na base de Saurischia, *Guaibasaurus* na base de Theropoda, *Saturnalia* e *Panphagia* na base de Sauropodomorpha e *Pisanosaurus* como o táxon mais basal de Ornithischia, sustentam de forma consistente esta idéia (Novas, 1992; Benton, 2004; Langer, 2004; Langer *et al.*, 2010). Todavia, devido aos locais de ocorrência dos fósseis serem principalmente da Argentina e do Brasil e ao registros escassos de dinossauros, estes dados ainda são insuficientes para entender o começo da história e irradiação dos dinossauros. Recentemente, Nesbitt *et al.*, 2010 e Nesbitt *et al.*, 2012 descreveram dois dinosauriformes (*Asilisaurus kongwe* e *Nyasasaurus parringtoni*, respectivamente), do Triássico advindos das camadas da Bacia Ruhuhu da Tanzânia.

Após ter sido considerado um grupo “artificial” por quase um século (Seeley, 1887; Huene, 1914; Charig *et al.*, 1965; Romer, 1966), o monofiletismo de Dinosauria foi apontado mais recentemente por muitos autores (e.g. Bakker e Galton, 1974; Bonaparte, 1976; Gauthier, 1986; Paul, 1988; Novas, 1989, 1996; Carrano e Sampson, 2008, Nesbitt *et al.*, 2009 e Nesbitt *et al.*, 2010).

Segundo Sereno (1997) a perda do osso pós-frontal é a característica craniana mais conspícua de Dinosauria. Outros caracteres compartilhados incluem: epipófises nas vértebras cervicais mais craniais, crista delto-peitoral alongada, três falanges ou menos no quarto dígito dos membros anteriores, a presença de placas esternais ossificadas, acetábulo perfurado, margem ventral do acetábulo côncava, quarto trocânter do fêmur assimétrico, prolongamento posterior da lâmina do ílio, crista cnemial da tíbia arqueada lateralmente, processo ascendente do astrágalo bem desenvolvido e encaixando-se na face anterior da tíbia, entre outros (Martin *et al.*, 1980; Gauthier,

1986; Benton e Clark, 1988; Benton, 1990; Sereno e Novas, 1992; Weishampel *et al.*, 2004; Nesbitt *et al.*, 2009).

Tradicionalmente dois grupos dentro de Dinosauria são reconhecidos: Saurischia e Ornithischia (Seeley, 1887). Os saurísquios possuem púbis projetado ventralmente e para frente (pélvis propúbica). Apresentam formas basicamente bípedes (Theropoda) e/ou formas com tendência ao quadrupedalismo e dieta herbívora (Sauropoda). Os ornitísquios apresentam púbis recurvado posteriormente e posicionado paralelamente ao ísquio (pélvis opistopúbica), são exclusivamente herbívoros e podem ser bípedes, semi-bípedes ou quadrúpedes.

1.3. Clado Theropoda

Theropoda Marsh 1881 é um “stem-based clade” (*sensu* Gauthier, 1986) que inclui as Aves e todos os táxons mais proximamente relacionados às Aves do que aos Sauropodomorpha.

Os terópodes são dinossauros saurísquios predominantemente bípedes, possuem pés com três dedos funcionais estreitos e alongados (geralmente os metatarsos II, III e IV) e a maioria é carnívora. Entretanto, incluem também formas com dieta herbívora e onívora. O crânio apresenta forma e tamanho variável, a junção intramandibular é bem desenvolvida, o metatarsal V é vestigial ou ausente e o metatarsal I é reduzido mas retêm falange (Naish, 1999; Holtz, 2000; Weishampel *et al.*, 2004).

Os terópodes não-avianos ostentam grande diversidade em seu tamanho corporal. São encontradas desde formas pequenas, tais como *Compsognathus* (60cm), até táxons com tendências para o gigantismo, atingindo extremos nos maiores carnossauros e tiranossaurídeos (Naish, 1999; Sereno, 1999).

Os primeiros terópodes apresentam membros posteriores posicionados verticalmente em relação ao corpo e mais longos que os membros anteriores. No decorrer da história evolutiva do grupo, os terópodes refinaram numerosas adaptações (especialmente cranianas) relacionadas à predação, habilidade cursorial e postura bípede. Algumas destas modificações são expostas abaixo.

As modificações cranianas estão evidenciadas por: maxila bastante desenvolvida (Romer, 1956), maior robustez nas regiões de inserção de musculatura adutora da mandíbula (Valkenburgh e Molnar, 2002), e habilidade cinética do crânio, esta última

retida em Aves. A dentição de terópode também é diagnóstica, o dente apresenta coroa alta de formato cônico em vista lateral, recurvado mesio-distalmente e comprimido lábio-lingualmente e carena ocupada por serrilhas finas (Currie *et al.*, 1990; Smith *et al.*, 2005). Entretanto, em algumas linhagens tais como ornitomimídeos e Neornithes a dentição foi completamente perdida.

As modificações do esqueleto apendicular estão presentes em várias linhagens de terópodes não-avianos. Algumas destas alterações estão relacionadas com o comprimento dos membros anteriores e dígitos. Algumas formas desenvolveram membros e dígitos alongados, bem como fortes e afiadas garras recurvadas, proporcionando capacidade para capturar e manipular o alimento. Essa separação funcional pode ter sido essencial para a origem do voo em Aves (Padian, 1985; Novas, 1992). Por outro lado, em outras linhagens, um forte encurtamento dos membros anteriores é observado especialmente em Ceratosauria e Tyrannosauridae. Pol e Rauhut (2012) notaram que o estágio da redução dos membros anteriores em abelissauróideos ocorreu de forma modular, começando nos elementos distais e posteriormente afetando os elementos mais proximais.

A aquisição do bipedalismo e da postura digitígrada permitiram a exploração e dominação de diversos nichos. Durante a locomoção a coluna vertebral e a cauda se mantêm na posição quase horizontal permitindo maior estabilidade, o pescoço apresenta um padrão ligeiramente em forma de “S”. As vértebras sacrais e cervicais desenvolveram no corpo vertebral uma ou duas pleuroceles, essas cavidades foram provavelmente ocupadas por sacos aéreos; o aumento do número das vértebras sacrais (pelo menos cinco) fortaleceu a união com a pélvis; o alongamento da pré-zigapófise na metade distal da cauda proporcionou maior equilíbrio e o aumento da superfície ilíaca está intimamente relacionado com a inserção de importantes músculos protratores e retratores (Novas, 1992).

Importantes características dos membros posteriores podem ser notadas, tais como: fêmur com um proeminente trocânter em sua face lateral e a tíbia com uma conspícua crista cnemial. O pé é longo e estreito transversalmente, com os metatarsais I e V fortemente reduzidos ou perdidos em linhagens mais avançadas, tais como ornitomimídeos e Aves, e o metatarso I perde o contato com os ossos dos tarsos (Novas, 1992).

Os primeiros estudos filogenéticos consideravam o clado Theropoda como um grupo artificial (Huene, 1914, 1932). Em seu trabalho inicial Huene (1914) separou os

táxons baseados na forma corporal. Este autor alocou na infraordem Coelurosauria as formas pequenas e gráceis, e na infraordem Pachypodosauria os táxons de maior porte. A infra-ordem Pachypodosauria incluía formas consideradas agora como prosaurópodes e sauropodomorfos basais. Posteriormente, Huene (1920) transferiu alguns táxons para a infraordem Carnosauria, que engloba os predadores de grande porte, exceto *Ceratosaurus* e tiranossaurídeos.

Esta distinção baseada no tamanho entre carnossauros e coelurossauros teve um forte impacto durante quase meio século, por exemplo, Romer (1956) que reconheceu duas infraordens dentro de Theropoda: Coelurosauria e Carnosauria. Não obstante, vários táxons foram reclassificados e atualmente são considerados como prossauropoda.

Essa linha de raciocínio baseada no tamanho corporal foi questionada por alguns pesquisadores (e.g. Paul, 1988; Holtz, 2000; Rauhut, 2000, 2003). Gauthier (1986), re-analisou as relações filogenéticas dentro dos terópodes. Em sua análise cladística reconheceu dois grandes grupos, que são ainda válidos (eg. Holtz, 1994, 2000; Sereno, 1999; Tykoski e Rowe, 2004; Carrano e Sampson, 2008; Pol e Rauhut, 2012): **Ceratosauria** e **Tetanurae** (este último inclui numerosas formas fósseis e Aves).

1.4. Ceratosauria

O termo Ceratosauria foi cunhado por Marsh 1884 para posicionar *Ceratosaurus nasicornis*, devido às características distintas que apresentava em relação aos outros terópodes conhecidos (por exemplo, o fusionamento dos elementos pélvicos e os metatarsais co-ossificados).

Ceratosauria é um “stem-based” (*sensu* Weishampel *et al.*, 2004) que inclui todos os terópodes mais próximos de *Ceratosaurus nasicornis* do que de Aves (Rowe, 1989). As sinapomorfias que sustentam o clado foram atribuídas a elementos pós-cranianos, especialmente vertebrais, além de sulco na base da crista tíbio-fibularis, no estágio tardio de desenvolvimento o astrágalo e calcâneo fusionam-se um com o outro e/ou adicionalmente à tíbia, e pelo processo ascendente do astrágalo orientado verticalmente (Rowe e Gauthier, 1990; Weishampel *et al.*, 2004).

Os ceratossauros representam a primeira irradiação de terópodes não-avianos, e se tornaram os predadores dominantes no Cretáceo. Seus registros são encontrados em

diversas camadas sedimentares da América do Norte, América do Sul, Europa, África, Índia e Madagascar. *Berberosaurus liassicus* Allain *et al.*, 2007, foi considerado um dos primeiros membros de Ceratosauria. Até 2008, a Ásia não apresentava registro de Ceratosauria, entretanto, Xu e colaboradores (2009) descobriram nos arredores de Wucaiwan um esqueleto semi-articulado, a análise filogenética definiu *Limusaurus inextricabilis* como representante basal do clado. Recentemente foi descoberto o primeiro possível ceratossauro em sedimentos do Continente australiano (Fitzgerald *et al.*, 2012).

Pelo registro fóssil é possível verificar que os ceratossauros estiveram ausentes em zonas dominadas por celurossauros (América do Norte e Ásia), e eram raros em ambientes em que tetanuros basais são encontrados (África) e dominantes onde celurossauros eram raros ou de pequeno porte (América do Sul e Madagascar).

Algumas das especializações morfológicas encontradas em ceratossauros ocorreram no crânio. As formas primitivas apresentam crânio longo e baixo, enquanto que dentro de Abelisauroida esta condição é muito variada, onde alguns táxons exibem um aumento na altura do crânio, mesmo quando o comprimento total não parece ter diminuído, enquanto em outros táxons se observa um encurtamento. As ornamentações e rugosidades cranianas são altamente variáveis dentro de Abelisauroida, sendo que quando presentes, estas elaborações podem ser específicas da espécie, com alguns padrões filogenéticos podendo ser observados (Sampson *et al.*, 1998).

Embora as relações de parentesco não estejam totalmente resolvidas (Gauthier, 1986; Holtz, 2000; Sereno, 1999) as análises filogenéticas recentes (Novas, 1992; Carrano e Sampson, 1999; Forster, 1998; Rauhut, 2003; Sampson *et al.*, 2001; Carrano *et al.*, 2002; Wilson *et al.*, 2003; Sereno *et al.*, 2004; Pol e Rauhut, 2012) dissolveram o clado Ceratosauria (*sensu* Gauthier, 1986) nos clados Coelophysoidea e Ceratosauria, sendo estes dois considerados grupo-irmão de Tetanurae. As relações dentro de Ceratosauria envolvem um elevado grau de incertezas, particularmente dentro de Abelisauroida, devido em parte ao registro incompleto e espécimes fragmentados.

Rowe e Gauthier (1990) propõem que *Ceratosaurus* seja o membro mais primitivo de Ceratosauria. Atualmente *Ceratosaurus* apresenta três espécies, embora duas possam ter sido baseadas em diferenças atribuídas à variação ontogenética. Outros materiais isolados reportados de Portugal apresentam características que têm sido referidas à *Ceratosaurus* (Mateus *et al.*, 2006).

Holtz (1994) foi o primeiro autor a incluir abelissauros e coelofisóideos em uma análise filogenética de Ceratosauria. Neste estudo, o autor dividiu Ceratosauria em dois grupos: Abelisauroidea e Coelophysoidea, e esta classificação é corroborada por diversos estudos (e.g., Sereno, 1999; Holtz, 2000; Tykoski e Rowe, 2004).

Abelisauroidea representa a última irradiação do clado, apresentando maior diversidade no período Cretáceo (Coria *et al.*, 2006). É comumente dividido em Abelisauridae e Noasauridae. As interrelações ainda não estão totalmente compreendidas, em parte porque geralmente os estudos cladísticos incluem apenas um pequeno núcleo de táxons, como *Abelisaurus comahuensis*, *Carnotaurus sastrei*, *Ceratosaurus nasicornis*, *Majungasaurus crenatissimus* e ocasionalmente *Elaphrosaurus bambergi* e *Noasaurus leali* (Carrano e Sampson, 2008).

O grupo dos abelissaurídeos é conhecido na América do Sul (ex. *Abelisaurus comahuensis*, *Carnotaurus sastrei*, *Aucasaurus garridoi*, *Ekrixinatosaurus novai*, *Ilokelesia aguadagrandensis*, *Pycnonemosaurus nevesi*, *Eoabelisaurus mefi*), Índia (*Indosaurus matleyi*), Madagascar (*Manjugasaurus crenatissimus*), África (*Rugops primus*) e possivelmente no final do Cretáceo na Europa (Carrano e Sampson, 2002; Carrano *et al.*, 2002). As relações de parentescos dentro do grupo ainda estão em debate (Coria e Salgado, 2000; Coria *et al.*, 2002; Carrano *et al.*, 2002; Carrano e Sampson, 2008).

Abelisauridae foi estabelecido para incluir *Abelisaurus comahuensis*. A característica diagnóstica para este grupo inclui um encurtamento cranio-caudal da pré-maxila, frontais dorsoventralmente espessos, estruturas pares semelhantes a cornos ou protuberâncias nos ossos pré-frontais que circundam a região orbital. O grupo é considerado importante para entender os modelos propostos de diversificação e dispersão durante o Cretáceo entre a América do Sul e Indo-Madagascar (Sereno *et al.*, 2004; Krause *et al.*, 2007).

Pol e Rauhut (2012) incluem em Abelisauroidea os táxons *Abelisaurus comahuensis*, *Rugops primus*, *Indosaurus matleyi*, *Majungasaurus crenatissimus*, *Rajasaurus narmadensis*, *Eoabelisaurus mefi* e Brachyrostra, em contraste com hipóteses anteriores (Coria e Salgado, 2000; Sereno *et al.*, 2004; Carrano e Sampson, 2008). Sereno *et al.* (2004) sugere que a presença de chifre frontal representa uma apomorfia para Carnosaurinae (*Rajasaurus* + (*Majungasaurus* + *Carnotaurus*)), além da presença de articulação hipósforo-hipantro na seção proximal e medial da série caudal e processo craniano nas epípófises das vértebras cervicais.

Brachyrostra (Canale *et al.*, 2009) é um grupo dentro de Carnosaurinae, e é filogeneticamente definido por todos os abelissaurídeos mais próximos de *Carnotaurus sastrei* do que *Majungasaurus crenatissimus*. O nó é caracterizado por crânio curto e fortemente ornamentado que cerca progressivamente a órbita, aspectos das vértebras caudais, margem distal da crista cnemial em forma de machado, e pelo possível processo ascendente do astrágalo em forma sub-retangular.

Noasauridae é o grupo irmão de Abelisauridae (Coria e Salgado, 2000; Carrano *et al.*, 2002; Wilson *et al.*, 2003; Sereno *et al.*, 2004). Os materiais são originários da Argentina (*Velocisaurus unicus* e *Noasaurus leali*), África (material não nomeado, Sereno *et al.*, 2004), Índia (*Laevisuchus indicus*, *Compsosuchus solus*, *Ornithomimoides? barasimlensis*, *Jubbulpuria tenuis*), Madagascar (*Masiakasaurus knopfleri*) e Europa (*Genusaurus sisteronis*). O grupo parece estar ausente no Cretáceo do leste da Ásia e oeste da América do Norte. Entretanto, é possível que tenham uma distribuição mais ampla, em particular no Cretáceo Inferior antes da separação máxima do continente.

Os padrões de relacionamento dentro de Noasauridae são muito complexos, devido à carência de filogenias bem resolvidas e ao registro extremamente incompleto. Entretanto, todos os noassaurídeos parecem partilhar membros posteriores proporcionalmente delgados, com segmentos distais alongados e redução dos dedos laterais (metatarsais II e IV), além de um crânio proporcionalmente longo e baixo.

1.5. Coelophysoidea

Coelophysoidea são considerados atualmente como representantes basais da radiação de terópodes (Forster, 1998; Carrano *et al.*, 2002; Benson, 2010). O grupo tem uma distribuição global, e os primeiros registros foram encontrados em sedimentos de idade Carniano-Noriano da América do Norte e Europa, e os registros desta irradiação terminam no Jurássico Inferior (Carrano e Sampson, 2004). Coelophysoidea inclui formas encontradas na América do Norte, tais como *Coelophysis bauri* Colbert, 1989 e *Gojirasaurus quayi* Carpenter, 1997, na Europa, *Procompsognathus triassicus* Fraas, 1913, *Liliensternus liliensterni* Von Huene, 1934, *Lophostropheus airelensis* Ezcurra e Cuny, 2007, e na América do Sul, *Zupaysaurus rougieri* Arcucci e Coria, 2003. O design corporal é geralmente delgado, com cauda longa, pélvis estreita, membros anteriores com mãos modificadas. Algumas formas possuem cristas sagitais dorsais na

superfície do crânio. O tamanho médio é comparável ao de Herrerasauridae, o que pode indicar uma ocupação de nichos ecológicos similares (Novas, 1992).

1.6. Tetanurae

Tetanurae inclui o clado Aves e todos os outros dinossauros mais próximos de Aves do que de *Ceratosaurus* (Gauthier, 1986). Podem apresentar formas pequenas tais como *Microaptor zhaoianus* e de grande porte como *Giganotosaurus carolinii* (peso estimado entre 6 a 8 toneladas). Aves é considerada uma linhagem de tetanuros que sobreviveu à extinção na passagem K-T.

A evolução morfológica dos tetanuros varia enormemente. Os tetanuros do Jurássico são mais semelhantes às aves do que aos ceratossauros. Em geral o grupo é caracterizado por uma morfologia dos membros posteriores relativamente conservadora, e pela seguinte combinação de caracteres compartilhados: presença de fenestra maxilar, dentes maxilares anteriores às órbitas, carpal semilunar com articulação tróclea para o radiale em forma de disco, um par de pleuroceles nas vértebras cervicais, crista supra-acetabular reta no ílio, sulco intercondilar femoral proeminente, crista lateral para o contato da fíbula na tíbia deslocada da extremidade proximal da tíbia, metatarsal I amplamente triangular e anexado à parte distal do metatarsal II (Holtz, 2000, Weishampel *et al.*, 2004). Entretanto, algumas modificações específicas podem ser encontradas nos crânios dos representantes de alguns membros do clado, tais como Allosauroidea, que apresentam uma maior elaboração dos ossos que formam o teto craniano.

1.7. Registro geológico de Theropoda, com ênfase em Ceratosauria

Com os crescentes avanços em pesquisas, o número de táxons de terópodes formalmente descritos aumentou rapidamente desde a década de 1870, 1880 e 1900, devido principalmente aos trabalhos na América do Norte feitos por Cope (eg. 1887, 1889), Marsh (eg. 1877, 1890), Osborn (eg. 1905, 1924) e Gilmore (1920), na Europa feitos por Owen (1876), Seeley (1882, 1887), Lydekker (1889, 1891) e Huene (1907, 1934), e na Índia feitos por Huene e Matley (1933) e Janensch (1920, 1925).

O primeiro registro da América do Norte corresponde a dentes isolados descritos por Leidy (1856). Todavia, Cope (1866) descreve *Laelaps aquilunguis*, um esqueleto

fragmentado resgatado de camadas sedimentares de New Jersey e que só foi reconhecido como terópode em 1868.

Nos depósitos fossilíferos do Cretáceo Superior da França, dois táxons foram coletados e nomeados. *Genusaurus sisteronis* Accarie *et al.*, 1995, contém fragmentos dos membros posteriores e da pélvis, foi inicialmente considerado como membro basal de Ceratosauria, posteriormente, Carrano e Sampson (2008) posiciona este táxon como membro de Noasauridae. O segundo táxon, *Tarascosaurus salluvicus* Le Loeuff e Buffetaut, 1991, foi descrito com base em partes do fêmur e fragmentos de vértebras dorsais articuladas, sendo este espécime referido como Abelisauridae.

Na Formação Lameta (Índia) três táxons extremamente fragmentados foram reportados: *Indosaurus matleyi* e *Indosuchus raptorius* Huene e Matley, 1933, descritos somente pelos basicrânios incompletos. As quatro vértebras descritas de *Laevisuchus indicus* Huene e Matley 1933, são similares a *Noasaurus* e *Masiakasaurus*. Recentemente, uma nota publicada por Sleeman (2013) noticiou a “redescoberta” destes e de outros materiais de abelissauros nas gavetas de um museu na Índia. O material descrito como *Rajasaurus namardensis* Wilson *et al.*, 2003, é o espécime com o maior grau de preservação de elementos osteológicos (fragmentos do crânio, vértebras, cintura pélvica, fragmentos da tíbia, fíbula e metatarsais), advindo desta formação, e a análise comparativa sugere mais similaridades com *Indosaurus* do que com *Indosuchus*.

No continente africano são conhecidos dois táxons para os depósitos fossilíferos do Níger, *Spinostropheus gautier* Lapparent 1960 (Serenó *et al.*, 2004), cujos materiais descobertos (série vertebral e a tíbia) nos arredores de Agadez, apresentam similaridades aos encontrados nos ceratossauros basais, e *Rugops primus* Sereno *et al.*, 2004, que é conhecido apenas por fragmentos do crânio, e foi encontrado na Formação Echkar. Este último espécime apresenta características que permitem um melhor entendimento da fusão os ossos durante a ontogenia de Abelisauridae.

Dois importantes membros de Abelisauroida foram resgatados nos afloramentos fossilíferos de Madagascar. *Majungasaurus crenatissimus* Depéret, 1986 (Carrano, 2007), é um esqueleto quase completo encontrado na Formação Maevarano, e a presença de sulcos pares nas falanges ungueal do dedo IV são diagnósticas de Abelisauridae. Uma recente re-análise dos materiais atribuídos à *Majungatholus atopus* levaram a determinar que seja um sinônimo junior de *Majungasaurus*. O segundo táxon, *Masiakasaurus knopfleri* Sampson *et al.*, 2001, descoberto na região de Berivotra,

representa o melhor noassaurídeo conhecido até o momento. Seu esqueleto quase completo foi descrito detalhadamente por Carrano *et al.* (2002).

Elaphrosaurus bambergi Janensch 1920, é um esqueleto quase completo encontrado na Formação Tendaguru da Tanzânia. Sua posição filogenética é muito controversa, não obstante, é considerado um táxon válido. Algumas análises sugerem que seja um representante de ornitomimídeos (Galton, 1982), ou um abelissauróideo basal (Carrano *et al.*, 2002) ou ainda um ceratossauro de posição incerta (Paul, 1988, Holtz, 2000, Rauhut, 2003, Sereno *et al.*, 2004, Sampson e Carrano, 2008). Outros trabalhos notam similaridades com *Coelophysis* e *Syntarsus* (Raath, 1977; Novas, 1992; Holtz, 2000).

Deltadromeus agilis Sereno *et al.*, 1996 foi descoberto em camadas do Cenomaniano no Egito. Devido à sua natureza fragmentada (elementos do pós-crânio incompletos), este táxon apresenta conflitos de posicionamento taxonômico. Alguns estudos notam semelhanças entre este táxon com os celurossauros, enquanto que outros sugerem seu posicionamento entre os noassaurídeos basais, com base nas seguintes características: forte redução do côndilo do IV metatarso (semelhante à *Masiakasaurus*), a crista medial do fêmur bem desenvolvida e coracóide e acrômio expandido (Carrano e Sampson, 2008).

Os depósitos da Argentina apresentam um importante registro de terópodes ceratossauros, os táxons conhecidos das diferentes camadas cretáceas são apresentados a seguir.

Abelisaurus comahuensis Bonaparte e Novas, 1985, foi encontrado na Formação Allen, Província de Río Negro, e descrito com base em um crânio incompleto. A maior parte do diagnóstico de *A. comahuensis* agora se refere à Abelisauridae, contudo, sua validade não é questionada. Posteriormente algumas considerações acerca da descrição osteológica original foram realizadas devido às distorções ocasionadas pelo processo de fossilização que alterou as proporções de tamanho e de contatos entre os ossos.

Dos depósitos da Formação Bajo Barreal, foi descrito *Xenotarsosaurus bonapartei*, devido à sua natureza incompleta, o posicionamento nas análises filogenéticas é controverso, e seus caracteres anatômicos sugerem um parentesco próximo com Abelisauridae (Martínez *et al.*, 1986; Novas, 1992) ou como um Neoceratosauria indeterminado (Coria e Rodriguez, 1993).

Skorpiovenator bustingorryi Canale *et al.*, 2009, representa um esqueleto quase completo e articulado, proveniente dos arredores de Villa El Chocón, Província de

Neuquén. As características diagnósticas de *Skorpiovenator* são focadas principalmente nos caracteres cranianos, especialmente da maxila, osso lacrimal, quadradojugal, dentário e angular.

Ekrixinatosaurus novasi Calvo *et al.*, 2004, é considerado um Abelisauridae basal. Entretanto, Canale *et al.* (2009) considera este táxon como um membro mais derivado do grupo. Este táxon foi coletado em camadas da Formação Candeleros, Província de Neuquén e apresenta um esqueleto fragmentado que inclui partes do crânio e região axilar e apendicular.

Ilokelesia aguadagrandensis Coria e Salgado, 2000, foi descoberto na localidade de Aguada Grande, Província de Neuquén. O espécime incompleto compreende fragmentos do crânio, vértebras e elementos dos membros posteriores (falanges e falange ungueal). Sua posição filogenética é controversa, tendo sido considerado como membro mais basal de Abelisauroida (Coria e Salgado, 2000), como um elemento basal à Abelisauridae (Coria *et al.*, 2002; Sereno *et al.*, 2004; Carrano e Sampson, 2008), ou mesmo como membro de Brachyostra. Suas falanges ungueais apresentam sulcos duplos característicos dos abelissauróideos, sendo similares àquelas observadas em *Aucasaurus*.

Aucasaurus garridoi é um abelissaurídeo descrito a partir de um esqueleto quase completo proveniente da localidade Auca Maheuvo, nordeste da Província de Neuquén, e foi descrito preliminarmente por Coria *et al.* (2002) e atualmente está sendo estudado em uma tese de Doutorado (*pers.comm.*). Os materiais dos membros posteriores estão basicamente completos e bem preservados. Embora no trabalho de Coria *et al.* (2002) não apresente uma descrição detalhada dos membros posteriores, este material foi utilizado para comparação e para inferir o possível posicionamento das falanges e das falanges ungueais de MZSP-PV 830.

O crânio e pós-crânio quase completo de *Carnotaurus sastrei*, dos sedimentos da Formação La Colônia, Província de Chubut, foi descrito por Bonaparte (1985). Dos membros posteriores são conhecidos somente o fêmur e a extremidade proximal da tíbia. Com descobertas de novos táxons e re-análises do material levando em consideração os processos diagenéticos, grande parte da diagnose original inclui agora sinapomorfias mais inclusivas de Abelisauridae, entretanto o táxon continua válido. As comparações feitas entre este táxon e membros posteriores de *Carnotaurus* e *Xenotarsosaurus* apresentam significativas similaridades.

Eoabelisaurus mefi, um membro basal de abelisauridae e proveniente dos sedimentos da Formação Asfalto, Província de Chubut, inclui elementos do crânio e do pós-crânio. A descoberta de *Eoabelisaurus* estende o registro temporal do clado por mais de 40 m.a. no início do Jurássico Médio (Pol e Rauhut, 2012).

Noasaurus leali Bonaparte e Powell, 1980, foi retirado dos sedimentos da Formação Lecho (Cretáceo Superior). Embora a preservação do esqueleto seja incompleta e fragmentada, com a descoberta de *Masiakasaurus*, sua afinidade com Noosauridae passou a ser melhor estabelecida (Carrano *et al.*, 2002; Carrano *et al.*, 2011).

Velocisaurus unicus Bonaparte, 1991 proveniente dos arredores do Campus da Universidade Nacional de Comahue, Província de Neuquén, foi descrito com base em elementos incompletos dos membros posteriores. Suas características são semelhantes às encontradas em outros noassaurídeos, tais como *Masiakasaurus* e *Noasaurus*.

Ligabueino andesi Bonaparte, 1996, foi descrito baseado em elementos incompletos do pós-crânio (vértebras, fêmur e ílio) advindos da Formação La Amarga, de Neuquén. Muitos autores consideram-no como membro de Noosauridae (Corria e Salgado, 2000), entretanto, baseado na forma do côndilo bulboso fibular no fêmur e no centro vertebral alongado anteroposteriormente, Carrano *et al.* (2004) e Carrano *et al.* (2011) consideram este táxon como abelissauróideo indeterminado.

1.8. Registros de Theropoda no Brasil

O início das pesquisas sobre dinossauros no Brasil remonta à segunda metade do século 19, quando os primeiros fósseis do grupo foram coletados em rochas mesozóicas. Apesar dos inúmeros táxons descritos da fauna dinossauriana, o conhecimento acumulado ainda é pequeno face à extensão territorial e riqueza do país em depósitos sedimentares. O registro osteológico de dinossauros está restrito a rochas triássicas do Rio Grande do Sul e estratos cretáceos de várias partes do país.

A primeira menção de material fóssil de um dinossauro foi feita por Allpord (1860), que atribuiu uma vértebra dorsal ao táxon Megalosauridae. Entretanto, Campos e Kellner (1991) reclassificaram-na como pertencente a um crocodilo (*Sarcosuchus*).

Os dinossauros triássicos foram coletados exclusivamente nas rochas das Formações Santa Maria e Caturrita (Rio Grande do Sul). Na Formação Santa Maria, foram reportados materiais de afinidade incerta (Huene, 1942), e a presença de

dinossauriformes (Langer et al., 1999; Ferigolo e Langer, 2007, Da Rosa *et al.*, 2006), de herrerasaurídeo (Colbert, 1970), além de restos cranianos e pós-cranianos com afinidade com celurossauros (Cabreira *et al.*, 2007). Já para a Formação Caturrita, foram registrados os dinossauros *Guaibasaurus candelariensis* Bonaparte, 1999, e o provável terópode *Sacisaurus agudoensis* Ferigolo e Langer, 2007.

Na primeira metade do século 20, iniciam-se coletas em rochas atribuídas ao Grupo Bauru no Estado de São Paulo nas regiões de São José do Rio Preto. Os primeiros táxons inicialmente atribuídos a dinossauros tiveram seus status alterados com novas análises, por exemplo, *Hyperodapedon fischeri* Woodward, 1907 é tratado atualmente como rincossauro, *Brasileosaurus pachecoi* Huene, 1931 como um crocodiliano e *Spondylosoma absconditum* tem sua afinidade dinossauriana contestada (Galton, 2000).

No decorrer do século 20, trabalhos de prospecção e coleta ampliaram a distribuição de registro de dinossauros no Brasil, entretanto, a maior parte dos espécimes é composta de dentes isolados e vértebras. Price (1947) registra as primeiras ocorrências no Estado do Maranhão e na Bacia Amazônica. A partir da década de 1990 novos táxons foram descritos para o Grupo Bauru, ainda frutos dos materiais coletados por Price nas décadas de 1940-1960.

O Cretáceo é um dos períodos geológicos que detém o melhor registro fóssilífero de todo o Fanerozóico brasileiro (Lima, 1983), entretanto, exemplares de terópodes são extremamente escassos, dificultando a compreensão do estudo filogenético (Bonaparte, 1996).

O registro de fósseis de dinossauros na Formação Santana na Bacia do Araripe são todos de terópodes e uma menção de um possível ornitíscio (Leonardi e Borgomanero, 1981), os Spinosauridae: *Irritator challengerii* Martill *et al.*, 1996 (Sues *et al.*, 2002) e *Angaturama limai* Kellner e Campos, 1996. Na Formação Alcântara foram resgatados o espinossaurídeo *Oxalaia quilombensis* Kellner *et al.*, 2011, o Tyrannosauroidea: *Santanaraptor placidus* Kellner, 1999 (Kellner, 2001) e o Compsognathidae *Mirischia asymmetrica* Naish *et al.*, 2004.

Outros materiais noticiados para a região da Bacia do Araripe incluem um sacro incompleto possivelmente de um oviraptorossaurídeo (Frey e Martill, 1995), dentes e vértebras isolados de espinossauros foram reportados por Vilas Boas *et al.*, (1999), Medeiros, (2006); Medeiros e Schultz, (2002); Medeiros *et al.*, (2003) e duas penas isoladas descobertas nas camadas de calcário laminar do Membro Crato (Martins-Neto e

Kellner, 1988), uma sequência de vértebras sacro-caudais atribuída a Spinosauroidae (Bittencourt e Kellner, 2004). Nos estratos da ilha do Cajual, foram relatados dentes isolados (Kellner e Campos, 2002; Medeiros e Schultz, 2002), e no Grupo Itapecuru foram reportados dentes isolados referidos a Velociraptorinae (Elias *et al.*, 2007).

Na Bacia Bauru, os registros de terópodes são comumente encontrados em rochas atribuídos as Formações Adamantina e Marília. Estes são representados por materiais isolados e incompletos e em grande parte incluem dentes (Bittencourt e Kellner, 2002; Candeiro *et al.*, 2004), dentes e ovos relatados no município de Peirópolis, Formação Uberaba (Kellner, 1994; Kellner *et al.*, 1998), além de coprólitos associados a dentes de terópodes encontrados nos arredores de Ibirá (Brandt Neto *et al.*, 1992). Marinho (2003) relata a presença de materiais de Abelisauridae e Carcharodontosauridae no município de Prata (MG), e Novas *et al.* (2005) descrevem uma falange ungueal possivelmente de Maniraptora oriunda da região de Uberaba, MG. Campos e Kellner (1999) reportam dentes e a parte distal de um fêmur, além de um dentário incompleto atribuído a Abelisauridae (Bertini, 1996), uma falange pedal isolada e Machado *et al.*, (2008) noticiam uma escápula provenientes Formação Marília.

A única espécie descrita da Bacia Bauru (Formação Adamantina) é *Pycnonemosaurus nevesi* Kellner e Campos, 2002, e devido à sua natureza incompleta (vértebra isolada, fragmentos de púbis, e fragmentos de membros posteriores) não é possível ainda compreender suas relações de parentesco dentro de Abelisauridae.

Sereno *et al.* (1998), Sues *et al.* (2002) e Vilas-Boas *et al.* (1999) reportaram a ocorrência de dentes de idade Juro-Cretácica do Brasil, dois destes registrados em Nova Olinda (PE). Na Bacia de São Luís, foi noticiado um dente no município de Alcântara (MA), atribuídos a Carcharodontosauridae, e Medeiros e Schlitz (2001) registra vértebras e falanges ungueais.

Na icnofauna dinossauriana da Formação Botucatu foram identificados dois grupos: coelurossauros e ornitópodes. O registro fóssil do Cretáceo Superior continental da Bacia do Paraná apresenta grande quantidade e boa preservação de dentes teropodomorfos isolados, pertencentes à Velociraptoridae e Troodontidae (Franco, 2000), a Abelisauridae (Bittencourt e Kellner, 2002; Candeiro *et al.*, 2004, 2006b); a Carcharodontosauridae (Silva e Kellner, 1999; Candeiro *et al.*, 2006a) e Deinonychosauria (Bertini *et al.*, 1997; Bertini e Franco-Rosas, 2001; Franco-Rosas, 2001 e 2002).

2. GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA DA BACIA SANFRANCISCANA

2.1. Sequência deposicional da Bacia Sanfranciscana

Ao longo do tempo, foram utilizadas diferentes denominações para designar a depressão na qual se acumularam as coberturas fanerozóicas sobre o Cráton do São Francisco (*eg.* Bacia do São Francisco, Sad *et al.* 1971 e Bacia Alto Sanfranciscana, Hasui e Haralyi, 1991). Entretanto, o termo mais apropriado seria Bacia Sanfranciscana (Sgarbi, 1989; Campos e Dardenne, 1997a, b). A Bacia Sanfranciscana é uma depressão tectônica de forma geral alongada (Figura 02), ocupando uma área total de 150.000 Km² (Sgarbi *et al.*, 1993).

Desde o Paleozóico vários estágios tectônicos marcaram a gênese e evolução desta bacia, e cada fase corresponde a depocentros distintos (Figura 3). A Bacia Sanfranciscana representa o último ciclo geodinâmico que afetou a grande Bacia Intracratônica do São Francisco (Campos e Dardenne, 1997a).

A proposta feita por Campos e Dardenne (1997a) subdivide a Bacia Sanfranciscana, em duas sub-bacias: Abaeté (Sul) e Urucuia (Norte) e um alto estrutural central (Alto de Paracatu) no qual apresenta uma relativa atividade tectônica (Silva *et al.*, 2003; Campos e Dardenne, 1997a).

A maior parte dos estudos de detalhamento da estratigrafia e os que abordam o Mesozóico da Bacia Sanfranciscana estão voltados para a porção central da sub-bacia Abaeté (Ulbrich e Gomes, 1981; Sgarbi, 1989, 2000; Kattah, 1991; Mendonça, 2003). São raros os trabalhos para as outras regiões (*eg.* Campos, 1996; Campos e Dardenne, 1997b) bem como dados acerca das condições hidrogeológicas, de evolução e da paleobiota da Bacia Sanfranciscana.

O primeiro levantamento geológico introduzido na literatura foi feito por Rimann (1917). Os nomes adotados por Hasui *et al.* (1975), Suguio e Barcelos (1983) e Petri (1983) para as unidades da Bacia Sanfranciscana, *Areado*, *Patos*, *Urucuia* e *Capacete*, ainda permanecem em uso, porém a hierarquia das sequências sedimentares são apresentadas de forma distinta por diversos autores. Inicialmente foi subdividida utilizando o Sistema Cretáceo com base em Eysinga (1975). Posteriormente Barcelos e Suguio (1980) subdividiram a Formação Areado em três fácies: Abate, Quiricó e Três Barras, enquanto Barbosa (1965) subdividiu em membros: Abaeté, Quiricó e Três

Barras. Posteriormente Kattah (1991) sugeriu que estas fácies fossem elevadas à categoria de grupo.

Uma revisão feita por Campos e Dardenne (1997a,b), e aceita atualmente, sugere a seguinte configuração para as unidades fanerozóicas:

A unidade mais antiga, com base nas rochas de glaciação Permo-Carbonífera é denominada de **Grupo Santa Fé**. Está subdividida nas *Formações Floresta e Tabuleiro*. Entretanto, alguns autores não concordam e consideram o Grupo Areado como a unidade basal (eg. Eysinga, 1987; Sgarbi 1989, 1991; Kattah 1991).

A unidade cretácica denominada **Grupo Areado** é constituído pelas formações interdigitadas: *Abaeté, Quiricó e Três Barras*. Representam uma sucessão de sedimentos fluviais-deltáicos, lacustres, eólicos e deltaicos.

O **Grupo Mata da Corda** (Neocretáceo) é composto pelas *Formações Patos e Capacete*. Consiste de um conjunto de lavas e piroclásticas e sedimentos epiclásticos distais sedimentados a partir de fontes vulcânicas com contribuição de areias eólicas.

O **Grupo Urucuia**, também de idade Neocretáceo, apresenta arenitos de sistema desértico desde o sul da bacia e recoberto por sedimentos epiclásticos até o norte da bacia, e está subdividido nas formações *Posse e Serra das Araras*.

O embasamento pré-cambriano é representado pelo **Grupo Bambuí** (Sgarbi *et al.*, 1993). A **Formação Chapadão** (Quaternário) representa a cobertura recente.

2.2. Geologia regional da área de estudo

A localização da área do trabalho de campo corresponde à Região Norte do Estado de Minas Gerais (Pires-Domingues, 2009), tendo como referência os municípios de São João da Lagoa, Lagoa dos Patos e Coração de Jesus. A principal via de acesso é pela rodovia BR-365 que liga as cidades de Pirapora e Coração de Jesus (Figura 4).

A seção sedimentar que apresenta os restos esqueleticos de terópodes utilizados na presente dissertação (designada de CJ1) é atribuída à Formação Quiricó, Grupo Areado, Eocretáceo da Bacia Sanfranciscana.

Atualmente o estudo estratigráfico mostra que o Grupo Areado é composto por três Formações fortemente interdigitadas, da base para o topo: a Formação Abaeté (fácies Carmo e Canabrava), a Formação Três Barras e a Formação Quiricó (Kattah, 1993; Campos e Dardenne, 1997a,b). O grupo Areado é a unidade com maior variação lateral de litofácies, devido à atuação simultânea de diversos ambientes deposicionais. A

espessura também varia, no depocentro e apresenta espessura superior a 200 metros, enquanto que ao norte não ultrapassam algumas dezenas de metros (Campos e Dardenne, 1997b).

A Formação Quiricó é composta predominantemente por sedimentos pelíticos interpretados como resultantes de uma sedimentação lacustre, com folhelhos e siltitos esverdeados, rosados, ocre, violáceos ou avermelhados que ocorrem interestratificados. Subordinadamente ocorrem intercalações de arenitos finos, médios e grossos, os quais são mais frequentes na parte superior da sequência. Esta formação apresenta espessura máxima de 60 metros (Sgarbi, 1989).

2.3. Registro fóssil da Bacia Sanfranciscana

O registro fóssil da Bacia Sanfranciscana até pouco tempo se resumia à ocorrência de microfósseis (Kattah, 1991; Dias-Brito, 1999; Carmo *et al.*, 2004), fósseis de condricíes e osteícties. A Formação Quiricó apresenta conteúdo fossilífero onde se destacam artrópodes, restos de plantas, conchostráceos, ostrácodes e peixes (Carvalho e Kattah, 1997; Carmo *et al.*, 2004). Para Braun (1970) o registro fossilífero desta formação pode estar relacionado com a fauna e flora da Formação Santana (Bacia do Araripe) e Formação Codó (Formação do Maranhão), os ostrácodes coletados na sequência lacustre posicionariam estas litologias com contemporâneo ou mais antigo que o Juquiá, podendo deslocar o Lago Quiricó para a base do Cretáceo Inferior ou mesmo para o topo do Jurássico Superior. A ocorrência de *Dastilbe moraesii* reportado por Barbosa (1965), e antes conhecido apenas na Bacia do Araripe, ocorre também no Aptiano da Bacia Sanfranciscana, bem como exemplares de *Nymphaeites choffatii* (Duarte e Santos, 1993) no Grupo Areado.

A respeito de tetrápodes terrestres, até 2011 havia o registro de possíveis pegadas de saurísquios na região de São Gonçalo do Abaeté (Scorza e Santos, 1955; Santos, 1985; Carvalho *et al.*, 1995; Carvalho e Kattah, 1997; Carvalho e Maisey, 1998), entretanto, Zaher *et al.*, (2011) apresentam a primeira ocorrência de dinossauros sauropódes da Formação Quiricó, o titanossauro *Tapuiasaurus macedoi*.

O estudo de Pires-Domingues (2009) apresenta uma síntese do contexto geológico, estratigráfico e história tafonômica dos *bone-beds* dos materiais de dinossauros encontrados na Bacia Sanfranciscana. Os processos diagenéticos dos fósseis de dinossauros resgatados em Coração de Jesus, incluindo MZSP-PV 830,

abranchem a deformação plástica dos ossos devido à pressão litostática, permineralização e fratura devido ao rearranjo dos depósitos e intemperismo à exposição recente.

Os materiais de dinossauros descobertos em Coração de Jesus apontam para a possibilidade de que esta região praticamente inexplorada da Bacia Sanfranciscana tenha uma relevância paleontológica significativa para o entendimento da diversificação dos terópodes no continente. A presença de um novo terópode amplia o registro de ocorrências de dinossauros no Brasil, registro este ainda extremamente fragmentário e incompleto. Desta forma, o estudo do material de terópode ora apresentado se reveste de um valor ainda mais singular por representar o primeiro registro do grupo para toda a bacia.

3. OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho são:

(1) descrever detalhadamente a osteologia do novo terópode através de um estudo morfológico comparativo que envolve os demais terópodes abelissauróideos conhecidos;

(2) analisar a sua posição filogenética dentro da irradiação de terópodes formada pelo clado Ceratosauria.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O material fóssil estudado nesta dissertação foi coletado pela equipe do Laboratório de Paleontologia do Museu de Zoologia da USP nos arredores do município de Coração de Jesus, Estado de Minas Gerais, no âmbito do projeto de pesquisa Biota “*Evolução da fauna de répteis no Sudeste brasileiro do Cretáceo Superior ao Recente: paleontologia, filogenia e biogeografia*”, sob coordenação do Prof. Dr. Hussam Zaher, com o apoio da FAPESP.

A metodologia para a coleta e técnicas de preparações dos materiais fósseis segue a proposta feita por Rixon (1976), Chaney (1989), Greenwald (1989), Palmer (1989), Sohl (1989), Leiggi *et al.* (1994) e May *et al.* (1994).

4.1. Preparação e coleta do material fóssil em campo

O método principal para a preparação de material fóssil no afloramento CJ1 (figura 1A) foi a técnica mecânica. Manualmente, com o auxílio de ponteiros, cinzéis, cureta entre outras ferramentas, um pouco de sedimento é deixado como margem de segurança ao delimitar superficialmente os elementos osteológicos contidos na rocha.

Após a delimitação da área de trabalho e a dimensão do bloco, todo material parcialmente exposto bem como a superfície da rocha é embebido com uma resina acrílica (Paraloid B-72). Esse procedimento é feito para a consolidação dos ossos e da rocha, diminuindo os efeitos posteriores de quebra proveniente do processo natural de perda de água da rocha e para proteção do fóssil durante a fase de coleta, transporte e preparação, sem alteração das características do osso. Todo o processo de preparação exigiu cuidado e tempo, devido à raridade do material envolvido e para resguardar informações de estado de preservação e informações tafonômicas (Figura 1B).

A próxima etapa refere-se à confecção de um pedestal na base do bloco, ou seja, um sulco em torno de toda a base no qual permite o engessamento seguro de todo o bloco que foi delimitado, sem a perda de informações, quebra de material, e que facilita a retirada do bloco da rocha e transporte seguro até o laboratório (Figural 1C).

Ao término da delimitação do bloco, um croqui foi desenhado para estudos relacionados à questão de posicionamento espacial dos ossos, bem como outras informações de questões tafonômicas (ver Pires-Domingues, 2009 para informações tafonômicas). Posteriormente, a superfície superior foi envolvida com papel e jornal, necessário para evitar o contato do gesso e diminuir eventuais impactos durante o transporte. Por último, o processo de engessamento em volta de todo o bloco oferece maior estabilidade e proteção durante o transporte e preparação final no laboratório. Para o isolamento do bloco do solo foram utilizadas ponteiros, talhadeiras e marretas. Criando impactos na base do bloco produzindo fraturas que o isolou da rocha. Após o isolamento e retirada do bloco, um número prévio de campo é anexado ao bloco e anotado no caderno de campo, nele estão contido, data, número de campanha, localidade do afloramento/Estado. Novamente o processo de engessamento na parte inferior, fechando totalmente o bloco (Figura 1D).

4.2. Preparação do material fóssil em laboratório

Como principal meio de preparação, optou-se pela técnica mecânica para evidenciar as estruturas ósseas. Neste processo, o sedimento é retirado manualmente com auxílio de curetas e martelo pneumático. O material de estudo desta dissertação estava extremamente fragmentado e semi-desarticulado. Para consolidação dos ossos utilizou-se Paraloid B-72 e para realocar as partes quebradas devido aos processos de fossilização e posicionamento anatômico foi utilizado adesivo de precisão e secagem rápida.

A seção sedimentar que apresenta os restos esqueléticos de terópodes utilizados na presente dissertação ocorre em camadas de rochas de arenito fino convoluto (Pires-Domingues, 2009). A preparação do bloco foi realizada de maneira a expor os ossos seguida da retirada e desarticulação dos mesmos. Durante a etapa de preparação e retirada, um desenho de posicionamento dos ossos na rocha foi esquematizado. Para cada peça desarticulada, um número foi anexado a ele e anotado em um croqui geral, visando minimizar a perda de informações.

O exemplar foi tombado sob o número MZSP-PV **830** (Museu de Zoologia–Paleontologia de Vertebrados).

4.3. Descrição do exemplar MZSP-PV 830

Material osteológico: MZSP-PV **830**. Esqueleto de membro posterior direito parcialmente completo, representado pela extremidade distal da tíbia, fíbula, astrágalo, calcâneo, metatarsais I, II, III, IV, falanges (II-1; II-2; III-1; III-2; IV-1; IV-2; IV-3; IV-1) e falanges ungueais (II-3; III-4; IV-5).

Localidade e horizonte: Município de Coração de Jesus, (13°47'36.5" S – 44°27'18.7" O), Grupo Areado, Formação Quiricó, Eocretáceo da Bacia Sanfranciscana.

O presente estudo apresenta duas frentes de trabalho: (1) descrição osteológica do exemplar MZSP-PV 830 através de uma análise morfológica comparativa baseada nas informações disponíveis na literatura específica e em observações diretas de materiais de coleções paleontológicas de Instituições de Pesquisas e Museus; e (2) análise filogenética realizada a partir do levantamento dos caracteres osteológicos

obtidos de filogenias disponíveis na bibliografia específica e da análise direta dos exemplares consultados.

O estudo comparativo permitiu coletar dados para maiores inferências sobre a posição filogenética do material de estudo. As comparações foram realizadas com base em observações pessoais feitas durante as visitas às Instituições/Museus (*), detalhes fotográficos e literatura.

Para a análise comparativa e o entendimento das características osteológicas de MZSP-PV 830, foram utilizados exemplares de terópodes descritos na Argentina, Índia, África, Madagascar e América do Norte. A metodologia para a medida das falanges foi a extensão máxima da superfície ventral entre a face articular proximal e o ponto mais externo da parte distal da tróclea (Kambic, 2008).

Uma lista detalhada com as espécies utilizadas na comparação e análise filogenética, bem como seus respectivos números de tombos encontra-se no ANEXO 1.

4.4. Análise Filogenética

Uma análise filogenética foi realizada com a intenção de avaliar o posicionamento e relações de parentesco do exemplar MZSP-PV 830 dentro do clado Ceratosauria. Para isso, o exemplar MZSP-PV 830 foi incluído na matriz proposta por Pol e Rauhut (2012). A presente dissertação acrescentou a esta matriz sete novos caracteres morfológicos referentes aos membros posteriores. Desta forma, a matriz resultante passou a conter 26 táxons terminais e 213 caracteres (ver Anexo 4 para lista completa de caracteres).

O exemplar MZSP-PV 830 foi incluído na matriz de Pol e Rauhut (2012) com a seguinte codificação:

```
????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ??????????
????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ??????????
????????? ?????????? ?????????? ?????????? ??????????1 11?11?11?1 ?111?111 110
```

A metodologia adotada para determinar as relações filogenéticas foi a Cladística, segundo Hennig (1966), Wiley (1981), Rieppel (1988), Nelson e Platnick (1991). A análise dos dados seguiu os princípios da parcimônia (Kluge e Farris, 1969; Farris, 1970). Os estados de caracteres foram polarizados por meio de comparações com grupo

externo (Farris, 1982; Maddison *et al.*, 1984), e seguindo as orientações do trabalho de Pol e Rauhut (2012).

A matriz de caracteres foi submetida a uma análise de parcimônia empregando o programa T.N.T.- 1.1 (Goloboff *et al.*, 2008) com uma estratégia de busca heurística de 1000 replicações de árvores de Wagner por réplica, salvando dez árvores, seguidas de SPR (subtree pruning and regrafting) e TBR (tree bisection-reconnection branch swapping). Foram empregadas como opções a regra 3 para colapso de ramo (comprimento mínimo = 0) e o valor “10” para o comando random seed. Todos os caracteres receberam o mesmo peso. Os caracteres multi-estados 12, 16, 20, 33, 115, 152, 156 e 194 foram tratados como ordenados (Pol e Rauhut, 2012). Para os caracteres não aplicáveis ou desconhecidos, foram usados os símbolos (-) ou (?) respectivamente. Foram empregadas duas medidas de suporte de ramos para avaliar a robustez dos nós nas árvores mais parcimoniosas: Bremer (Bremer, 1994) e reamostragem por Bootstrap (Felsenstein, 1985).

5. RESULTADOS

5.1 . O status taxonômico *a priori* de MZSP-PV 830

A alocação taxonômica do exemplar no clado Ceratosauria foi feita com base no levantamento de algumas características diagnósticas prévias que permitiram delinear uma hipótese de trabalho para fins de comparações com táxons morfologicamente próximos. A seguir, são fornecidas as características que levaram a associar *a priori* MZSP-PV 830 aos terópodes ceratossauros (o clado sustentado pelo caráter está entre parentese): presença de um processo ascendente do astrágalo (Dinosauria); ausência de forte curvatura da falange ungueal do pé (Neoceratosauria); ausência de gínglimo bem desenvolvido no metatarso III (Neoceratosauria); ausência de condição arctometatarsal do metatarsal III (Tyrannosauridae); condição eurimetatarsal do metatarso III (Abelisauroidae); ausência de crista na superfície posterolateral do metatarso IV; falanges ungueais do pé com um sistema de sulcos laterais em forma de "Y" (Abelisauroidae); presença de uma fossa profunda ventral e um tubérculo flexor reduzido (Abelisauroidae).

Desse modo, pode-se dizer que o fóssil em estudo representa um exemplar do clado Ceratosauria, em particular Abelisauroida, e possui características que o distinguem dos demais táxons de terópodes.

5.2. Descrição do exemplar MZSP-PV 830

Segundo Romer (1956) os membros posteriores (assim como os membros anteriores), apresentam dois segmentos; o segmento proximal com um único osso (ou *propodial*) e o segmento distal com um par de ossos *epipodiais*, localizados medialmente e lateralmente. A série de pequenos ossos que formam a junção entre os segmentos epipodiais e o pé é nomeada *mesopodiais*, e aqueles localizados na região do tornozelo são nomeados tarsus. Para cada dedo (ou dígito), os ossos longos que compõem a parte proximal são denominados elementos *metapodiais*. Por último, o número variável de ossos que constituem a porção livre dos dígitos são as *falanges*, os elementos terminais geralmente em forma de garra são as *falanges ungueais*.

Schaeffer (1941) apontou três formas de articulação tarsal, sendo o tipo II, denominada articulação mesotarsal é encontrado em Saurischia, Ornithischia, Aves e Pterosauria. Neste tipo de articulação o astrágalo e o calcâneo estão ambos reduzidos proximodistalmente e permanecem sem movimento entre os elementos ósseos vizinhos.

O astrágalo e o calcâneo podem estar firmemente unidos ou podem se fundir à tibia e/ou à tibia em um estágio tardio de desenvolvimento (Romer, 1956). A tibia desenvolve um sulco sobre a face anterolateral distal, no qual se insere o processo ascendente do astrágalo. O movimento limitado do astrágalo e o calcâneo com os epipodiais geram um movimento tipo dobradiça abaixo deste tarso proximal. Welles e Long (1974) apontaram cinco tipos distintos de tarsos dentro dos terópodes, e MZSP-PV 830 apresenta a “condição ceratosauróide”, onde o processo ascendente do astrágalo está aprofundado na tibia e o calcâneo apresenta contato muito próximo com o astrágalo.

A seguir encontra-se a descrição do material MZSP-PV 830. Este táxon está sendo considerado como o primeiro registro osteológico de dinossauros terópodes para a Bacia Sanfranciscana.

5.2.1. Tíbia

Dos dois ossos epipodiais dos membros posteriores, o mais interno, a tíbia, é sempre o mais robusto nos répteis. A extremidade distal é um pouco expandida transversalmente e termina em uma superfície articular para o astrágalo (Romer, 1956).

A morfologia da extremidade distal da tíbia de Ceratosauria pode ser mais bem detalhada nos táxons onde não foi preservada em articulação com os tarsais proximais, isto é, astrágalo e calcâneo (e.g. *Rajasaurus*, *Majungasaurus*, *Quilmesaurus* e alguns espécimes de *Masiakasaurus*). Nos táxons que apresentam fuscionamento não há possibilidades de fazer tal detalhamento (eg. *Aucasaurus*, *Xenotarsosaurus*, *Ekrixinatosaurus* e *Coelophysis*).

No material MZSP-PV 830, apenas a extremidade distal da tíbia direita foi preservada, faltando a diáfise mediana e a epífise proximal. A parte preservada tem aproximadamente 9 cm de comprimento (Figura 5A).

A extremidade distal está erodida ao nível de sua linha mediana, imediatamente acima da depressão para o processo ascendente do astrágalo (ver descrição do astrágalo), sendo que a erosão atinge a superfície posterior do osso, formando um orifício na região da superfície para a recepção do processo ascendente do astrágalo. Baseado no comprimento total da fíbula, a tíbia não deve ultrapassar 35 cm de comprimento. Entretanto, não é possível calcular a proporção de tamanho entre tíbia e o fêmur.

A extremidade distal da tíbia é assimétrica, achatada anteroposteriormente e expandida lateromedialmente. A face lateral é estreita em seu eixo anteroposterior e apresenta ligeira inclinação posterior, enquanto a face medial é mais ampla e apresenta superfície rugosa na porção mais distal, um pouco acima de seu maléolo (Figuras 5C e D).

Embora pequenas áreas na extremidade mais proximal não tenham sido preservadas em ambos os maléolos, estes apresentam contorno geral arredondado, especialmente o maléolo lateral. O maléolo lateral é o mais expandido e se projeta um pouco distalmente (não tanto quanto em *Majungasaurus* e *Quilmesaurus*, mas um pouco semelhante à *Allosaurus*) que o maléolo medial em vista anterior. A superfície do maléolo lateral e a haste da tíbia têm um contato plano, que permite perfeita aposição da face posterior do calcâneo e da extremidade distal da fíbula, semelhante à *Masiakasaurus*. A superfície articular astragalar de ambos os maléolos são rugosas. Um pouco acima da região mais proximal da haste está levemente erodida.

A margem do maléolo medial apresenta uma forma truncada. Esta característica é determinada pela angulação da forma do maléolo medial e inclinação da faceta para a recepção do processo ascendente do astrágalo, que pode ser angular ou truncada (para mais detalhes ver Galton e Molnar, 2005; Ezcurra e Agnolín, 2012)

O contorno da superfície distal entre os maléolos é muito sinuoso em comparação com *Majungasaurus* e *Allosaurus*. Nesta região há uma suave concavidade triangular no qual uma parte da superfície interna do astrágalo se encaixa (Figura 5G-af). Embora a região mediana esteja muito erodida formando um orifício é possível determinar a ausência da crista vertical mediana para o processo ascendente do astrágalo.

Esta faceta vertical (ou contraforte medial, Figura 5E) é estreita, ou seja, não se expande muito além da largura da haste. O contraforte medial atua como um suporte ao processo ascendente do astrágalo e é muito variável entre os terópodes. A cicatriz anterior do processo ascendente do astrágalo está correlacionada com a faceta vertical, descrita acima. No material de estudo, a cicatriz é subretangular, sendo levemente maior transversalmente do que anteroposteriormente. A depressão na qual o processo ascendente do astrágalo se encaixa na tíbia está mais semelhante à condição encontrada em *Xenotarsosaurus* e *Masiakasaurus* do que em *Aucasaurus*. Neste último é possível perceber que o processo ascendente está inserido levemente na tíbia (obs. pessoal). Uma estrutura semelhante é vista em *Skorpiovenator*, entretanto a superfície nesta área está erodida, dificultando a visualização desta estrutura.

Em vista distal (Figura 5G), o maléolo medial é mais largo anteroposteriormente e arredondado do que o maléolo lateral afilado, proporcionando uma forma alongada lateromedial e subtriangular. Tanto a superfície anterior quanto a posterior são côncavas. Tais concavidades, no entanto, se desenvolvem desigualmente de modo que esta região apresenta um formato suave de “S” em seção transversal.

A superfície posterior é ligeiramente côncava ao longo da linha mediana. (semelhante à *Velocisaurus*, *Elaphrosaurus*, *Ekrixinatosaurus*, *Xenotarsosaurus*, *Masiakasaurus*). Embora a porção mediana na haste esteja erodida, nota-se uma pequena depressão na margem dessa erosão. O maléolo lateral é liso e muito plano, o maléolo medial é côncavo (Figura 5B). Tanto anterior quanto posterior o corpo do astrágalo associado ao calcâneo envolve totalmente a tíbia (Figura 5E e F).

5.2.2. Fíbula

A fíbula é osso mais externo da porção epipodial do membro posterior. É sempre o osso mais delgado em relação à tíbia, com a diáfise estreita e que sofre um alargamento em ambas as epífises. A função principal da fíbula é promover áreas para a inserção de músculos (Romer, 1956).

No material MZSP-PV 830, a fíbula direita está totalmente preservada, exceto por uma pequena porção da extremidade proximal acima da fossa medial (Figura 6C). A fíbula tem aproximadamente 29,5 cm de comprimento, é alongada e mais fina em relação à tíbia (Figura 6B). Em toda a extensão da diáfise há algumas áreas erodidas, formando pequenos orifícios. Proximalmente a superfície da epífise é rugosa, entretanto, não é possível delimitar seu contorno, devido à não preservação da porção posterior. Em seção transversal, a fíbula é sub-retangular, sendo mais estreita lateromedialmente do que anteroposteriormente.

Em vista medial (Figura 6C) a margem anterior-medial está expandida no sentido proximodistal em uma superfície de contato tibial conspícuo e amplo. A margem medial (im) mais proximal desta superfície é reta e um pouco rugosa e contínua com a extremidade proximal da fíbula (Figura 6E), semelhante à condição vista em *Skorpiovenator* e *Majungasaurus* e diferente de *Eoabelisaurus*, que apresenta uma ligeira inclinação arredondada, e de *Masiakasaurus*, cuja margem da parede gira posteriormente perto da extremidade proximal formando uma segunda fossa côncava superficial. A margem medial é lisa e contínua à haste fibular, semelhante à condição vista em *Ceratosaurus* e diferente de *Geunusaurus*, que apresenta uma margem levemente arredondada. A superfície medial é levemente côncava na face medial e convexa e estriada na face lateral, na qual aloja uma fossa (ou sulco) pronunciada (Figura 6F). Distalmente a esta fossa, a haste fibular está expandida em uma área levemente rugosa no qual é utilizada para a inserção do *M. iliofibularis* (Figura 6A).

Em *Allosaurus* e *Berberosaurus* a fossa medial é levemente côncava, e embora a margem fíbular não esteja expandida como em *Ceratosaurus*, é quase contínua à haste fibular. Em outros táxons, por exemplo, *Aucasaurus* e em *Xenotarsosaurus* não é possível observar o formato da crista e a forma da fossa medial, uma vez que a tíbia e a fíbula estão preservadas em contato próximo. *Masiakasaurus* apresenta uma fossa que se abre posteriormente, e em MZSP-PV 830 essa fossa se abre medialmente, sendo mais profunda que em *Allosaurus* e *Berberosaurus*.

A superfície de contato com a tíbia se desenvolve ao longo de todo o comprimento da diáfise fibular, e há um desvio com leve inclinação em direção à margem lateral. As extensas facetas articulares relativamente planas no eixo fibular indicam um contato muito próximo com a tíbia ao longo de seu comprimento (Figura 6C-tf). A superfície lateral (Figura 6D) é arredondada e lisa ao longo de todo o seu comprimento. A extremidade distal é contínua com a diáfise em vista médio-lateral. A margem é levemente arredondada, entretanto, em vista anterior há uma expansão da margem no sentido látero-medial. A margem da superfície distal é rugosa para a inserção de ligamentos e apresenta uma proeminência plana que se encaixa perfeitamente com a margem posteroproximal do calcâneo.

5.2.3. *Tarsus*

O tarsus na condição reptiliana está representado pelos tarsais proximais e distais. Os tarsais proximais são representados por dois ossos, estes conhecidos como calcâneo e astrágalo.

De forma geral, o calcâneo é tipicamente um disco oval grande, grosso medialmente e mais fino lateralmente. Sua borda arredondada externa conduz as inserções dos elementos laterais da musculatura crural. O astrágalo é freqüentemente uma estrutura em forma de “L”, a extremidade proximal plana carrega parte da dobradiça da fíbula. O astrágalo, assim como o calcâneo, pode se co-ossificar e também se fundir a tíbia (Romer, 1976). Tetanuros apresentam duas séries distais, dois elementos da série proximal (astrágalo e calcâneo) e dois ou três elementos da série distal. Foi reportado um elemento livre na série distal em *Aucasaurus* (Coria *et al.*, 2002). Em MZSP-PV 830 não foi identificado nenhum elemento da série distal.

O reconhecimento do estágio ontogenético é crítico para propor comparações anatômicas e subseqüentes interpretações dos estados de caracteres. Gauthier (1986), Rowe (1989) e Rowe e Gauthier (1990) reconhecem três estágios ontogenéticos baseados na seqüência de grau de fusionamento entre os elementos esqueléticos. Entre as modificações ontogenéticas que determinam a forma adulta está a fusão dos tarsos proximais para formar um complexo astrágalo-calcâneo, que em celofisóideos apresenta fusionamento distal do tarsal 3 ao metatarso III e a fusão proximal dos metatarsais II e III.

Outra diferença é o grau de ossificação observada em indivíduos robustos e gráceis. Nas formas robustas há uma co-ossificação mais pronunciada do que nas

formas mais gráceis. Algumas formas podem apresentar tarsometatarso, ou seja, a fusão distal do tarsal 3 ao metatarsos II e III. Ceratossauros adultos além da formação do complexo astrágalo-calcâneo também podem apresentar fusionamento com a tíbia, formando um tibiotarso (visto em *Aucasaurus*, *Ceratosaurus*, alguns espécimes de *Masiakasaurus* e *Xenotarsosaurus*). Em *Majungasaurus* não há tibiotarso, mas o complexo astrágalo-calcâneo está presente. Nestas espécies, o complexo astrágalo-calcâneo se torna uma unidade rígida, portanto, a superfície lateral e posterior do astrágalo e a superfície medial do calcâneo não pôde ser utilizada para comparações morfológicas.

5.2.3.1. Astrágalo

O astrágalo direito está quase completo (Figura 7A). Apresenta aproximadamente 5 cm de comprimento, e a porção preservada do processo ascendente do astrágalo apresenta 2 cm de comprimento e 2 cm de altura. A porção do processo ascendente mais o corpo astragalar tem aproximadamente 4 cm de altura.

O astrágalo foi preservado como um elemento livre, entretanto, apresenta perfeita aposição à superfície de contato do calcâneo e à tíbia. O astrágalo é muito mais amplo que o calcâneo. Quando posicionados juntos à tíbia, o astrágalo e o calcâneo limitam toda a metade medial da tíbia (Figura 7A, C e D). O corpo astragalar é mais longo mediolateralmente do que anteroposteriormente.

No corpo do astrágalo é possível notar dois sulcos horizontais na face anterior, sendo um sulco mais proximal, tão profundo quanto o segundo sulco, que é mais distal e localizado na porção anteroventral. O sulco proximal é o mais longo, se estende do côndilo medial até a superfície anterior do tubérculo medial do calcâneo (Figura 7D), enquanto o sulco mais distal está restrito ao corpo astragalar. O corpo astragalar não apresenta foramens e é subcrescente em vistas proximal e distal. Sua face tibial é lisa, ao passo que a superfície distal é ligeiramente rugosa, característica esta bem perceptível, mesmo estas partes estando erodidas. Os côndilos são assimétricos, sendo o côndilo lateral mais expandido e se projeta mais anteriormente, dando aos côndilos um contorno subcrescente. A assimetria da faceta tibial corresponde à forma de encaixe para os maléolos tibiais (Figura 7E e F).

A presença de um processo ascendente do astrágalo é uma sinapomorfia de Dinosauria. Essa estrutura varia entre os grupos de terópodes, e em *Ceratosaurus* é baixo e retangular, na maioria dos abelisauróideos é alto e subtriangular, e em tetanuros

corresponde 20% o comprimento da tíbia, sendo crescente em grupos mais derivados. O processo ascendente pode se encaixar em um sulco na face anterior da extremidade distal da tíbia. Este sulco é delimitado proximalmente por um contraforte medial, que corre proximolateralmente no canto medial da extremidade distal da tíbia.

No material MZSP-PV 830, o processo ascendente do astrágalo está incompleto, faltando a porção proximal e medial. A porção distal preservada tem aspecto laminar, e devido a isto, não é possível determinar com precisão seu formato geral. Entretanto, considerando o contorno da superfície não erodida da face anterior na tíbia, é provável que fosse alta e subtriangular. Sua base pouco profunda é contínua à superfície posteromedial do calcâneo, diferentemente do que ocorre com a sua margem lateral, cujo limite coincide com a margem lateral do corpo astragalar. Tanto na superfície anterior quando na posterior o processo ascendente é liso e plano.

Em vista proximal, são visíveis na base do processo ascendente duas fossas estreitas e rasas, separadas por uma crista pouco pronunciada, dispostas medialmente à superfície de contato com a extremidade distal da fíbula. Dentro dessa fossa é possível observar um pequeno forâmen (Figura 7A-f).

5.2.3.2. Calcâneo

O calcâneo não está fusionado ao astrágalo e está bem achatado devido ao processo de fossilização. O calcâneo apresenta superfície proximal pronunciadamente côncava e lisa. A face lateral também é côncava, embora não tendo sido preservada sua região mais distal (Figura 7F). A faceta fibular é inclinada anterolateralmente e atua com um soquete no contato com a fíbula. A superfície de contato com o astrágalo em vista proximal é mais ampla anteroposteriormente em sua região mais proximal. A face posterior é quase plana e apresenta um contato íntimo com o maléolo lateral da tíbia (Figura 7B). Em vista anterior, a margem proximal é ligeiramente projetada posteriormente e a margem mediodistal forma uma protuberância discreta. Há uma pequena depressão na região distal, ao mesmo nível do sulco mais inferior do corpo astragalar, porém não contínua a este (Figura 7D).

5.2.4. Pé

A tendência bípede vista em terópodes promoveu o desenvolvimento de metatarsais alongados. A postura de pés digitígrada e funcionalmente tridáctila é visto virtualmente em todas as linhagens de terópodes até aves. Neste aspecto, o dedo III

central, suporta grande parte do peso. O dedo II e IV possuem quase o mesmo comprimento (Romer, 1956). Nos terópodes o primeiro dedo é reduzido e perde seu contato com a articulação do tornozelo, mas permanece na extremidade caudomedial do metatarsal II, enquanto o quinto dígito geralmente é vestigial ou desaparece completamente.

O metatarso III em *Tyrannosaurus*, outros tirannossaurídeos e celurossauros estão reduzidos e comprimidos proximalmente (condição “*arctometatarso*”). Entretanto, ceratossauros, bem como MZSP-PV 830, apresentam a condição *eurymetatarso*”, na qual a extremidade proximal do metatarso III é consideravelmente mais larga tanto ântero-posteriormente quanto médio-lateralmente (Novas, 2009).

Até 2002 o pé dos abelissauróideos era virtualmente desconhecido, sendo conhecidos apenas os metatarsais de *Ceratosaurus* (Weishampel *et al.*, 2004). Posteriormente foram encontrados materiais com preservação dos membros posteriores quase ou totalmente completos, dentre eles se destacam *Aucasaurus*, *Eoabelisaurus*, *Majungasaurus*, *Masiakasaurus*, *Rajasaurus* e *Skorpiovenator*.

Os metatarsais e falanges de *Skorpiovenator*, *Aucasaurus*, *Eoabelisaurus* não foram descritos formalmente, entretanto, foram analisados de forma direta para fornecer a identificação e posicionamento no exemplar MZSP-PV 830.

Um fragmento atribuível ao metatarsal I foi encontrado em MZSP-PV 830, os metatarsais II, III e IV foram preservados extremamente fragmentados. Durante o processo de preparação foi necessário colagem para formar os elementos ósseos inteiros, entretanto, o metatarso II não está totalmente preservado. Os metatarsais foram preservados desarticulados, diferente de alguns espécimes onde há contato próximo dos elementos (*Aucasaurus*, *Ceratosaurus* e *Eoabelisaurus*).

5.2.4.1. Metatarsal I

A porção proximal do metatarsal I direito tem aproximadamente três cm de comprimento. A haste do osso alarga-se proximodistalmente, e ambas superfícies são côncavas, sendo a concavidade ventral mais pronunciada que a dorsal (Figura 8A e B). A margem lateral é mais estreita do que a margem medial. A articulação gínglimóide apresenta uma leve inclinação anteroposteriormente, com uma depressão pronunciada em sua superfície anterior, margeada ventralmente por rugosidades que se estendem até a faceta articular. O côndilo medial está localizado mais proximalmente do que o côndilo lateral, definindo uma superfície articular assimétrica em vista dorsal e

proximal. A fossa ligamentar lateral é menos profunda do que a fossa medial, diferente de *Aucasaurus*, que não apresenta fossa (Figura 8C e D).

5.2.4.2. Metatarsal II

O metatarsal II é o mais fragmentado de todos os metatarsais no exemplar MZSP-PV 830. A porção mais distal da diáfise, a extremidade distal do metatarso e alguns fragmentos da porção proximal foram preservados. A porção distal preservada apresenta aproximadamente 8,5 cm de comprimento (Figura 9).

Embora a porção medial da diáfise não esteja preservada, é possível inferir, considerando a espessura da extremidade distal e da extremidade proximal preservada, que o metatarso apresenta um achatamento médio-lateral pronunciado ao longo de todo o seu eixo longitudinal, proporcionando um aspecto estreito, entretanto não tão estreito como visto em *Masiakasaurus* e *Velocisaurus*.

A superfície dorsal e ventral é plana e lisa, a superfície medial é lisa, ligeiramente convexa e sua porção mais distal é subcrescente em seção transversal. Não é possível afirmar se este perfil é exibido ao longo de toda a porção preservada da haste, uma vez que a superfície lateral está bastante erodida (Figura 9B e C).

A articulação gínglimóide é assimétrica, com uma leve inclinação médio-lateral e convexa anteriormente (Figura E). Em vista dorsal a fossa hiperextensora no gínglimo para a inserção de *M. extensor digitorum* é pouco pronunciada e suaves marcas de inserção de musculatura são observadas (Figura 9A).

A haste apresenta uma concavidade contínua a um sulco ventral pronunciado, que se desenvolve até a metade posterior da superfície distal do osso. Esse sulco delimita um flange lateral mais expandido do que o flange medial. As fossas ligamentares estão bem preservadas, são profundas e arredondas, sendo a fossa lateral mais ampla e profunda que a fossa medial. MZSP-PV 830 apresenta tamanho proporcional mais semelhante à *Masiakasaurus* do que *Aucasaurus* e *Eoabelisaurus*.

5.2.4.3. Metatarsal III

O metatarsal III é o mais largo dos elementos metapodiais preservados e também o mais completo, não tendo sido preservadas, no entanto, as porções da haste imediatamente contínuas às extremidades de articulação distal e proximal, em especial na área medial da extremidade proximal (Figura 10).

A diáfise é lisa e achatada dorso-ventralmente ao longo de quase todo o seu comprimento proximodistal (Figuras 10A e B). A haste apresenta uma seção transversal sub-quadrangular. A margem lateral e medial são lisas e paralelas até a região mediodistal, a partir da qual a haste torna-se um pouco estreita distalmente (Figuras 10C e D).

A superfície dorsal é percorrida por uma depressão medial estreita que se desenvolve distalmente e conflui com a margem medial da haste em sua porção mediodistal, nesta região em vista medial é possível notar uma expansão. Presumivelmente essa depressão é a faceta de contato do metatarsal II. A superfície ventral está extensamente erodida.

A extremidade proximal é larga mediolateralmente e apresenta superfície articular ligeiramente côncava e com contorno em forma de ampulheta em vista proximal. Não se observa áreas que possam indicar possível fusão óssea entre o metatarso II e metatarso IV (Figura 10E).

A extremidade articular distal gínglimóide é simétrica e está bastante erodida (Figura 10F). A fossa hiperextensora está bem erodida e é mais larga e menos profunda em relação do metatarsal II. A extremidade articular do metatarsal IV não foi preservada, impossibilitando comparações mais detalhadas. O côndilo medial é mais estreito que o côndilo lateral. A fossa ligamentar medial é presumivelmente contínua com uma escavação que se desenvolve proximalmente. A fossa ligamentar lateral é arredondada e menos profunda que a fossa ligamentar medial.

5.2.4.4. *Metatarsal IV*

A porção óssea preservada tem aproximadamente 15,5 cm de comprimento. Embora a extremidade médio-distal do metatarsal tenha sido preservada, infelizmente não se conhece superfície articular distal, uma vez que a forma fornece muitas informações e caracteres diagnósticos.

A margem dorsal é lisa e achatada. A região proximal da haste apresenta seção transversal elíptica e é reta até sua porção mediana, onde se projeta lateralmente ao longo do comprimento distal da haste. Em vista medial, a parte medioproximal está muito erodida em partes e fragmentada, mas é possível determinar acima desta a área erodida, uma pequena superfície de inserção do *M. gastrocnemius*. A região proximal tem forma sub-retangular e uma suave concavidade está relacionada com a faceta articular do metatarso III (Figura 11).

5.2.5. Falanges

A fórmula falangeal consiste na contagem do número de falanges, ordenados do dígito mais medial para o mais lateral, e a fórmula estabelecida para os terópodes incluindo Aves geralmente é 2-3-4-5-x (Romer, 1956). A fórmula encontrada em MZSP-PV 830 foi 0-3-3-5-x. As sutis diferenças de proporção podem ser detectadas entre as falanges, indicando que algum dimorfismo possa estar presente, estas variações podem gerar dificuldades de correlação de posicionamento. Devido à preservação desarticulada do exemplar, em especial das falanges, a inferência de posicionamento foi feita através da comparação dos materiais bem preservados tais como *Aucasaurus*, *Eoabelisaurus*, *Skorpiovenator*, *Majungasaurus*, *Masiakasaurus* e *Noasaurus*.

5.2.5.1. Falanges do dígito II

Falange II-1. É conhecida em sua totalidade. O osso apresenta aproximadamente 5 cm de comprimento. É mais delgada e a mais danificada dentre todas as falanges, sendo que a superfície lateral está muito erodida na porção mediana. Em vista dorsal o eixo falangeano é comprimido latero-medialmente, dando um aspecto muito delgado proximodistal. A superfície do corpo da falange é lisa e se expande nas superfícies articular proximal e distal. A superfície articular proximal, também erodida, perdeu o contato com seu metatarso, porém, é possível notar o padrão côncavo lateral da falange. A superfície lateral é plana e lisa, e um sulco ventral proximal separa a projeção lateral e medial. Ambas as fossas de ligamentos foram preservadas, sendo a fossa lateral mais profunda e arredondada. A superfície articular distal é plana, e embora o côndilo medial esteja erodido, ambos são simétricos. Em vista medial, a extremidade próxima é mais alta do que a extremidade distal (Figura 12).

Falange II- 2. Esta falange está totalmente preservada, exceto pelo processo dorsal da superfície articular proximal (Figura 13). É bem menor e mais robusta do que a falange II-1. O osso apresenta 3,5 cm de comprimento. A margem ventral não é arqueada, como visto nas falanges do dígito III. O corpo falangeal é liso em toda a sua extensão. Dorsalmente a fossa hiperextensora é ampla e achatada e há um forte achatamento na porção médio-proximal da margem medial, proporcionando um aspecto triangular em vista medial. Entretanto, os côndilos estão separados por um sulco, este sulco segue em direção distal e ventral. Os côndilos são assimétricos dorsoventralmente, sendo o medial maior. Um sulco ventral proximal amplo e plano separa a projeção lateral da medial. O côndilo lateral e medial apresenta fossa ligamentar bem distinta e

profunda. O côndilo medial é mais expandido e com a fossa de ligamento mais profunda. Há pouco contato entre a superfície articular e a superfície distal da falange II-1.

5.2.5.2. Falanges do dígito III

Falange III-1. Está totalmente preservada (Figura 14). É o elemento mais simétrico e robusto dentre todos os elementos da 1ª linha de falanges (isto é II-1 e IV-1). Tem aproximadamente 5 cm de comprimento. A superfície dorsal é plana e lisa, a margem lateral e medial se expande suavemente nos côndilos. Os côndilos não possuem um sulco os separando na superfície articular ventral. A fossa hiperextensora (Figura 14A e D-hp) pronunciada está na forma de um “V”. A fossa ligamentar co-lateral está presente, sendo mais profunda no côndilo medial e arredondada no côndilo lateral. A superfície medial está erodida em sua porção mediana do corpo falangeal e em uma pequena porção da margem proximal, bem como toda a superfície do côndilo lateral (Figura 14C e D). A extremidade distal da superfície medial apresenta uma área com pequenas ranhuras. A superfície articular proximal é convexa e lisa, com a margem lateral distal bem erodida (Figura 14 E e F).

Falange III-2. É a falange com o maior grau de fragmentação de todas as falanges preservadas (Figura 15). A falange apresenta cerca de 5,5 cm de comprimento. A região caudal dos côndilos e a região medial das faces medial e ventral estão bem erodidas. Sendo que a erosão está presente em quase toda a superfície medial do corpo falangeal e da superfície articular proximal, afetando também a porção distal do côndilo medial. A superfície lateral é a mais bem preservada, sendo lisa, plana e apresenta margem articular proximal expandida. A fossa ligamentar do côndilo lateral é pouco pronunciada. No côndilo medial, somente a porção mais proximal da fossa está preservada, e apesar dessa erosão, é possível notar que é mais profunda que a fossa do côndilo lateral. Não há presença de sulco separando os côndilos na superfície proximal e ventral. A fossa hiperextensora na superfície dorsal é menos pronunciada que da falange III-1. Os côndilos são dorsoventralmente simétricos. A superfície articular distal é lisa.

5.2.5.3. Falanges do dígito IV

Falange IV-1. Apresenta aproximadamente 3,5 cm de comprimento, e dentre a série da 1ª linha de falanges é a mais assimétrica (Figura 16). A margem medial da superfície articular e a região mediolateral distal estão bastante erodidas, e a face lateral

preservada é côncava. Em vista dorsal o corpo falangeal é comprimido, a fossa hiperextensora apresenta contorno sinuoso. O côndilo medial é maior e arredondado em vista ventral. A fossa hiperextensora profunda é contínua com um sulco ao longo da superfície articular. A fossa ligamentar do côndilo medial é mais profunda. O contorno da superfície proximal é em forma de ampulheta, sendo que a porção inferior do côndilo medial está mais expandida.

Falange IV-2. A falange IV-2 é mais robusta do que a falange IV-1. Está totalmente preservada, incluindo o processo dorsal (Figura 17). Tem 2,5 cm de comprimento. A superfície articular proximal apresenta uma crista anteroposterior mediana muito discreta, que não se estende até o limite posterior da superfície articular, mas é contínua à superfície proximal da margem proximodorsal. O contorno da superfície articular proximal é subtriangular, com o ápice do “triângulo” direcionado anteriormente. O corpo é curto, com seção transversal triangular em sua porção mais proximal e em forma de “H” na região mais distal, a qual é definida por depressões pronunciadas na face dorsal e ventral. A fossa hiperextensora é bem marcada e profunda, em forma de triângulo invertido. A face lateral da articulação distal gínglimóide é pronunciadamente convexa. A fossa ligamentar medial é mais profunda do que a lateral e os côndilos estão mais próximos entre si em vista anterior do que em vista posterior. Em vista lateromedial, o processo dorsal expandido proporciona uma assimetria entre a porção inferior e superior na margem proximal. Em vista medial a borda da superfície articular é rugosa.

Falange IV-3. A falange IV-3 é mais curta do que a falange IV-2. A superfície articular proximal apresenta um contorno subtriangular muito assimétrico, de modo que a margem proximodorsal apresenta o ápice voltado lateralmente, fazendo com que esta superfície articule-se perfeitamente com o gínglimo da falange IV-2. Em vista anterior, o corpo apresenta uma concavidade contínua à superfície articular distal. A fossa ligamentar medial é tão profunda quanto a lateral, porém é mais ampla. A fossa hiperextensora é pouco pronunciada comparada com a IV-2. Em vista lateral a projeção superior e inferior da margem articular proximal está na mesma linha, favorecendo uma simetria. Em vista proximal vê-se uma crista soerguida bem marcada em todo o seu comprimento, entretanto a margem medial é mais côncava e está mais expandida distalmente (Figura 18).

Falange IV- 4. Esta falange é a mais curta do dígito IV (Figura 19). A superfície articular proximal tem um contorno trapezoidal, sendo que a “base menor” corresponde

à sua margem posterior. Há uma crista que se estende anteroposteriormente do processo dorsal, baixo e ligeiramente curvado posteriormente. Um leve sulco separa os côndilos. Ambas as fossas ligamentares são arredondada, entretanto a lateral é mais profunda. Em vista dorsal a fossa hiperextensora separa o côndilo do processo dorsal.

Falange IV-5 (ungueal). As falanges ungueais dos abelissauróideos são muito distintas de outros terópodes, especialmente os tetanuros. Os abelissauróideos apresentam um conjunto triangular de sulcos laterais, em contraste com um único sulco encontrado em outros terópodes, assim como lábio robusto proximodorsal e superfície ventral franzida e quase desprovida de tuberosidade flexora. Estas características estão presentes no material MZSP-PV 830, suportando a afinidade com os abelissauróideos. Os táxons utilizados para comparação com o exemplar da presente dissertação foram *Aucasaurus*, *Masiakasaurus* e *Majungatholus*.

Em MZSP-PV 830 foram identificadas três falanges ungueais. Duas estão muito fragmentadas. Aqui será descrita a falange melhor preservada.

Esta ungueal foi atribuída como pertencente ao dígito IV devido à sua articulação proximal ter contato perfeito com a articulação distal da falange IV-4. Esta falange está praticamente completa, faltando apenas uma pequena porção da extremidade distal. Possui aproximadamente 3.5 cm de comprimento (Figura 20).

Apresenta uma assimetria em vista dorsal, com o ápice ligeiramente deslocado lateralmente, entretanto, é simétrica em vista ventral. Sua margem dorsal é convexa ao longo de toda sua extensão. A margem ventral apresenta um sulco longitudinal profundo em sua porção mediana e é côncava proximalmente. Há dois sulcos profundos que se desenvolvem distintamente, definindo um padrão triangular em forma de “Y” (Novas e Bandyopadhyay, 2001), e que se bifurcam aproximadamente na metade do comprimento proximodistal da ungueal nas superfícies lateral e medial, além de um sulco proximal perpendicular. Na superfície medial o sulco triangular proximal é ligeiramente mais protuberante do que a da superfície lateral, e o sulco ventral inclina-se dorsodistalmente até o ápice da ungueal. A quilha proximodorsal apresenta uma margem plana em vista dorsal que se estende ao longo de todo o contorno da superfície articular, diferente da condição vista em *Masiakasaurus*, que é bem pronunciado. O processo dorsal é bem menos pronunciado do que em *Masiakasaurus* e mais semelhante à *Majungasaurus* e *Aucasaurus*.

5.3. Análise filogenética

5.3.1. Parâmetros da análise

Uma análise filogenética foi realizada com a intenção de compreender o posicionamento de MZSP-PV 830 dentro de clado Ceratosauria. Para isso, o exemplar foi incluído na matriz proposta por Pol e Rauhut (2012). Foram também acrescentados à matriz sete novos caracteres referentes à morfologia dos membros posteriores.

Devido à preservação do exemplar MZSP-PV 830, apenas 18 dos 26 caracteres morfológicos de membros posteriores presentes na matriz de Pol e Rauhut (2012) puderam ser codificados. Entretanto, sete caracteres morfológicos foram acrescentados à matriz, totalizando 25 caracteres morfológicos passíveis de codificação para o exemplar em questão. Estes caracteres foram retirados dos trabalhos de Holtz (2000), Novas e Bandyopadhyay (2001), Carrano *et al.* (2002), Holtz *et al.* (2004) e Canale *et al.* (2009). Os caracteres adicionais estão descritos em mais detalhes a seguir. As séries de transformação para apomorfias, incluindo o seu índice de consistência (CI), estão listados no Anexo 5. Foram realizadas duas análises de “comprimento”, ou seja para avaliar quantos passos extras são necessários para posições alternativas de MZSP-PV 830 e de *Eoabelisaurus*.

5.3.2. Caracteres acrescentados à análise

Caráter 207. Forma do processo ascendente do astrágalo. Uma vez que o processo ascendente do astrágalo não foi preservado em sua totalidade, e a delimitação na extremidade distal da tíbia não necessariamente reflete a forma do processo ascendente (Rauhut, 2012), este caráter foi codificado como (?) para o exemplar MZSP-PV 830. Na análise de Canale *et al.*, (2009), o estado (1) deste caráter (forma subretangular) foi considerado uma sinapomorfia de Brachyrostra. Entretanto, nesta análise o mesmo caráter aparece como homoplástico, a condição derivada (1) estando presente em Brachyrostra (nó 37) e em *Masiakasaurus*. Todavia, dentro de Abelisauroidae, apenas quatro táxons (sendo um noassaurídeo) foram codificados. Devido à carência de materiais, ainda não foi possível estabelecer uma otimização mais criteriosa.

Caráter 208. A Superfície ventral da falange ungueal pode ser plana (0), ou apresentar um sulco profundo (1). A condição (1) está presente em quase todos os membros de Abelisauridae, com exceção de *Carnotaurus*, *Indosaurus*, *Rajasaurus* e

Abelisaurus, cuja codificação é (?). Embora poucos materiais ungueais tenham sido noticiados, o estado (1) do caráter 208 aparece de forma homoplástico em Abelisauridae (Novas e Bandyopadhyay, 2001) e em dois membros de Noasauridae (MZSP-PV 830 e *Velocisaurus*).

Caráter 209. O sulco vascular ventral e dorsal falange ungueal pode ser subparalelos ao longo de seu comprimento (0), ou se divergirem proximalmente (1) Este caráter será abordado mais detalhadamente na discussão das sinaapomorfias dos Abelisauroida.

Caráter 210. Maléolo lateral tibial pode ser tabular (0) ou tabular (1). Este caráter foi considerado uma sinapomorfia para MZSP-PV 830, e será abordado mais detalhadamente na discussão das sinapomorfias dos Noasauridae.

Caráter 211. Fossa externa arredondada na base do processo ascendente do astrágalo: ausente (0); presente (1). (Holtz, 2000). Os abelissauróideos apresentam uma fossa proeminente, mas sem um sulco transversal que ocorre em tirannosauróideos. Nesta análise, a ausência da fossa (estado 0) foi considerada uma autapomorfia de *Velocisaurus*.

Caráter 212. Se refere a larguras dos Metatarsais II e IV no qual ambos podem ser semelhantes e mais estreito do que o metatarso III (0) ou o metatarso II apresentar a porção da diáfise estreita do que os metatarsos III e IV (1). Embora o metatarsal II do exemplar MZSP-PV 830 não tenha se preservado por completo, é possível inferir que a diáfise é mais estreita que o metatarso IV. Este caráter será discutido mais detalhadamente na discussão de sinapomorfias proposta para Noasauridae.

Caráter 213. Presença (0) ou ausência (1) do Metatarsal I. Theropoda em geral apresentam o metatarsal I reduzido (estado 0). Entretanto, nos espécimes nos quais este elemento não foi preservado, é possível inferir a sua presença devido à cicatriz encontrada na região proximal do metatarso II. Na análise produzida aqui, este caráter foi considerado uma característica comum em Theropoda, com exceção de *Allosaurus*, *Elaphrosaurus*, *Masiakasaurus* e *Majungasaurus*. Embora os metatarsais estejam bem preservados, a confirmação da presença do metatarsal I nestes últimos táxons não foi possível (estado 1).

5.3.3. Resultados

A análise filogenética da matriz de caracteres resultou em quatro árvores mais parcimoniosas com 388 passos, para as quais o consenso estrito calculado está representado na Figura 21. O valor do índice de consistência (CI) das quatro árvores é de 0.588 enquanto que o de retenção (RI) é de 0.720.

A comparação entre as quatro árvores mais parcimoniosas mostra o mesmo posicionamento dos táxons dentro de Noasauridae. O exemplar MZSP-PV 830 ocupa uma posição mais basal, enquanto que *Masiakasaurus* é grupo irmão do nó que une *Velocisaurus* mais o ramo que une *Noasaurus*+*Laevisuchus*.

Os táxons dentro de Abelisauridae ocupam posições bem estabelecidas em todas as quatro árvores mais parcimoniosas, exceto pelas relações dentro de Brachyrostra. Duas das árvores apresenta uma dicotomia ao nó 42, em um ramo Carnotaurini (*Carnotaurus*+*Aucasaurus*) e no outro ramo *Skorpiovenator* está posicionado como grupo irmão de *Ilokesia* + *Ekrixinatosaurus*. Entretanto, nas duas outras árvores, o nó 42 também apresenta a dicotomia Carnotaurini, enquanto que *Ekrixinatosaurus* é o grupo irmão de *Skorpiovenator* + *Ilokesia*.

O consenso estrito das quatro árvores mais parcimoniosas (Figura 21) se assemelha à topologia encontrada em outras análises, corroborando os resultados obtidos originalmente por Pol e Rauhut (2012), exceto pelo posicionamento de *Eoabelisaurus*. No presente estudo este táxon é considerado grupo irmão do clado Abelisauroida (nó 31) ao invés de um grupo basal em relação ao clado Abelisauridae (Pol e Rauhut, 2012).

Uma análise de comprimento de ramo foi feita para testar o posicionamento alternativo de *Eoabelisaurus*. Ao transferi-lo para a mesma posição da encontrada por Pol e Rauhut (2012), o resultado obtido foi de apenas dois passos extras (de 388 para 390). Não obstante, Pol e Rauhut (2012), ao posicionarem *Eoabelisaurus* como grupo irmão de Abelisauroida (mesma posição da presente análise) encontraram somente um passo extra, sugerindo que as alternativas estão poucos passos atrás da hipótese mais parcimoniosa.

Baseado principalmente na característica dos sulcos das falanges ungueais, um novo teste de comprimento foi realizado para testar a posição do exemplar dentro de Abelisauridae, MZSP-PV 830 foi posicionado como grupo irmão de Brachyrostra,

resultando em uma alternativa topológica que requereu apenas um passo adicional à hipótese mais parcimoniosa (de 388 para 389).

A árvore de consenso sustentou o clado Neotheropoda (nó 28) com 24 sinapomofias, sendo este o melhor índice de Bremer (Figura 22) obtido nesta análise, com o valor de 4. Entretanto, na análise de Pol e Rauhut (2012), o valor obtido para este nó foi de apenas 2. O índice de Bremer com o valor 2 foi obtido nesta análise e também por Pol e Rauhut (2012) para Ceratosauria (nó 35), e em Ceratosauridae (*Genyodectes* e *Ceratosaurus*). Para o restante dos ramos, inclusive os de interesse para este trabalho, obteve-se o valor baixo de apenas 1. Na análise de Pol e Rauhut (2012), o maior valor encontrado foi em Abelisauridae (3) e no ramo unindo *Rajasaurus*, *Majungasaurus* e *Indosaurus* com o valor de 2.

O índice de Bootstrap (Figura 23) apresentou baixíssimos valores em quase todos os nós, apenas três apresentando porcentagens acima de 50, estes obtidos para o nó Ceratosauridae foi de 69 e no nó 42 foi de 71. O grupo Noasauridae apresentou valor insignificante (abaixo de 10). Já, o único valor significativo (<50%) obtido por Pol e Rauhut (2012) foi o que sustentou o clado formado por Abelisauroidae (85) e o ramo composto por *Indosaurus*, *Majungasaurus*, *Rajasaurus*.

A árvore de consenso mostra uma politomia contendo *Laevisuchus*, *Masiakasaurus*, *Noasaurus*, *Velocisaurus* e MZSP-PV 830, foi obtida para Noasauridae (nó 43). Esta politomia é devido a natureza incompleta dos táxons, visto que os materiais resgatados são extremamente fragmentários e incompletos. O único táxon relativamente completo é *Masiakasaurus*, que apresenta aproximadamente 65% do esqueleto.

Para o clado abelisauridae (nó 30) a árvore de consenso, posicionou *Rugops* como membro mais basal e o seu grupo-irmão (nó 29) apresentou uma tricotomia contendo *Abelisaurus* e outro ramo tricotômico (nó 42 - *Rajasaurus*, *Majungasaurus* e *Indosaurus*) e o nó 37 (Brachyrostra).

Dentro de Brachyrostra dois grupos estão presentes, o nó 39 apresentou a tricotomia contendo *Skorpiovenator*, *Ilokelesia* e *Ekrixinatosaurus*, cujo grupo-irmão é Carnotaurini (nó 36), que inclui *Carnotaurus* e *Aucasaurus*, sendo esta topologia a mesma obtida por Pol e Rauhut (2012).

O exemplar MZSP-PV 830 está posicionado dentro do nó 43 (Noasauridae), cujos valores de Bremer e de bootstrap foram o valor “um”. O clado Noasauridae foi sustentado apenas por dois caracteres apomórficos (200 e 212) que são referentes aos

membros posteriores. Os táxons MZSP-PV 830, *Noasaurus*, apresentaram como apomorfias os caracteres 210, 110 respectivamente. Entretanto, *Masiakasaurus* e *Laevisuchus* não apresentaram apomorfias.

Para Abelisauroida, os seguintes caracteres foram considerados apomórfico, 33, 147, 169, 171, 183 e 209. Somente o último caráter será discutido, porque este se refere aos membros posteriores, para os outros caracteres não é possível comparar com o exemplar MZSP-PV 830.

Caráter 209. Borda ventral e dorsal do sulco vascular na falange ungueal. (Figura 26). Theropoda apresenta uma grande variação na forma e no número de sulco vascular nas falanges ungueais. Por exemplo, muitos tetanuros apresentam um único sulco na superfície lateral e medial, e algumas espécies de coelurosauros apresentam a bifurcação mais proximal em relação ao encontrado nos abelissaurídeos. Na análise este caráter foi considerado apomórfico para o nó 31 (Abelisauroida) cujos membros, inclusive o exemplar MZSP-PV 830 apresentaram o estado (1). Todavia, uma reversão do estado de caráter está presente em *Ekrixinatosaurus* (0), considerado aqui uma autapomorfia.

As características compartilhadas de MZSP-PV 830 e Noasauridae são explicadas a seguir.

Caráter 200. Este caráter se refere à largura do metatarsal II em comparação aos metatarsais III e IV (Figura 24). Este caráter apresentou dois passos, os táxons dentro de Abelisauroida que apresentaram o estado “0” são *Aucasaurus*, *Ceratosaurus*, *Deltadromeus*, *Ekrixinatosaurus* e *Eoabelisaurus*. Enquanto que Noasauridae apresentou o estado apomórfico (“1”).

Caráter 212. Este caráter é muito semelhante ao anterior, mas acrescenta ainda diferenças de largura do metatarsal II com relação ao metatarsal IV (Figura 24). Este caráter apresentou uma distributividade muito clara dentro de Abelisauroida, os táxons presentes dentro de Abelisauridae possuem a condição de estado de caráter “0” enquanto que os táxons dentro de Noasauridae, inclusive MZSP-PV 830 apresentaram o estado apomórfico “1”, no qual a diáfise do metatarsal II é mais estreita em comparação ao metatarsal IV.

MZSP-PV 830 apresentou apenas uma apomorfia dentro do clado Noasauridae:

Caráter 210. Maléolo lateral tibial (Figura 25). Em terópodes mais derivados a tíbia apresenta contato próximo com a fíbula, e o maléolo lateral da tíbia assume a forma mais tabular. Por sua vez, esta característica também está associada com o formato da extremidade distal da tíbia em vista dorsal, cuja forma da tíbia alongada médio-lateralmente presente em MZSP-PV 830 e em algumas formas de Tetanurae, é altamente diagnóstica. Nos táxons onde o astrágalo-calcâneo foi preservado fusionado a tíbia, não há possibilidades de definir com precisão o formato do maléolo lateral tibial.

Na análise este caráter é uma apomorfia para MZSP-PV 830, com uma forma tabular (estado 1). Dentro de Noosauridae, o táxon *Masiakasaurus* apresentou o estado “0” e em Abelisauridae somente dois táxons foram codificados, *Majungasaurus* e *Rajasaurus*, ambos com o estado “0”.

Já o caráter 110. Refere-se a presença ou não de projeções anteriores nas epipófises cervicais pós-axiais. Foi considerado uma novidade evolutiva para *Noasaurus* (estado 1), entretanto *Carnotaurus* também apresenta forma similar, esta aquisição pode ser interpretada como adquirida independentemente nestas duas linhagens, já que o grupo-irmão de *Carnotaurus* não compartilha o mesmo estado.

6. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O reconhecimento do estágio ontogenético é crítico para propor comparações anatômicas e subseqüentes interpretações dos estados de caracteres. O MZSP-PV 830 apresenta uma forma alongada e grácil, o astrágalo e calcâneo estão separados e não estão fusionados à tíbia ou à fíbula e também não há indícios de fusionamento proximal entre os metatarsos II e III e entre os metatarsos III e IV. As regiões de superfícies para a inserção de ligamentos e da musculatura, tanto nos metatarsos quanto nas falanges, não estão bem marcadas. As interpretações dessas características sugerem que o exemplar MZSP-PV 830 corresponda a um indivíduo juvenil.

Considerando os estágios de desenvolvimento entre MZSP-PV 830 e os táxons utilizados para comparação, tais com *Aucasaurus*, *Skorpioventer*, *Eoabelisaurus* e *Masiakasaurus*, sendo estes últimos considerados ontogeneticamente formas adultas, é difícil estabelecer semelhanças e diferenças.

Virtualmente os índices de Bremer e de Bootstrap são muito semelhantes aos obtidos por Pol e Rauhut (2012). A instabilidade da análise e os baixos índices de Bremer e de Bootstrap para quase todos os ramos se deve à presença de táxons instáveis provocada pela condição fragmentária dos materiais, alguns caracteres não puderam ser codificados devido a não preservação no MZSP-PV 830, bem como em outros materiais, por exemplo *Ceratosaurus*, que possui somente a porção proximal da tíbia preservada, e/ou pelo estágio ontogenético do espécime, por exemplo o grau de fusionamento dos elementos osteológicos astrágalo-calcâneo e/ou tíbia, esses elementos formando uma unidade em alguns táxons, há uma impossibilidade de visualização das linhas de suturas, ou na análise da forma da tíbia, bem como as estruturas internas da fíbula, quando este último foi preservado em contato com a tíbia (eg. *Xenotarsosaurus*, *Aucasaurus*).

Entretanto, um conjunto de caracteres sustentam a posição de MZSP-PV 830 dentro de Abelisauroidae e, em um nível mais inclusivo, dentro de Noasauridae. Os caracteres adicionados a matriz de Pol e Rauhut na presente análise (caracteres 209, 210 e 212) foram extremamente importante, uma vez que os mesmos contribuíram para uma alocação eficiente do exemplar estudado na presente dissertação.

A forma das falanges ungueais de MZSP-PV 830 é mais semelhantes às daquelas encontradas em abelissaurídeo, especialmente na forma do processo dorsal, que é bem menos proeminente, e a superfície articular proximal não é tão côncava como visto em *Masiakasaurus*. Todavia, as falanges ungueais apresentam sulco vascular em suas bordas ventral e dorsal, além dos sulcos que divergem proximalmente nas faces lateral e medial, muito semelhantes aos sulcos encontrados nos exemplares utilizados para comparação, tais com *Aucasaurus*, *Skorpioventer*, *Eoabelisaurus* e *Masiakasaurus*,

O exemplar MZSP-PV 830 foi encontrado em camadas da Formação Quiricó, cuja idade de deposição, baseado em eventos magmáticos e presença de peixes sarcopterígeos, foi atribuída às sedimentações que ocorreram durante o Cretáceo Inferior datado do Aptiano, outro táxon da mesma idade é *Genusaurus* (Europa), entretanto, para as outras camadas atribuídas ao Cretáceo Inferior do Brasil nenhum abelissaurídeo é conhecido.

Os registros de noassaurídeos são extremamente fragmentário e incompleto, e estão basicamente datados para o Cretáceo Superior, há dois registros na América do Sul, sendo *Velocisaurus* encontrado nos sedimentos datados Coniaciano e *Noasaurus* em sedimentos do Maastrichtiano. Há um registro na Índia, *Laevisuchus*, datado do

Maastrichtiano. *Masiakasaurus* é o único noassaurídeo basicamente completo, e foi encontrado nos sedimentos datados do Campaniano Tardio-Maastrichtiano. Estes e outros registros de noassaurídeos abrangem mais de 55 milhões de anos em pelo menos cinco continentes. Entretanto, o grupo parece estar ausente no Cretáceo da Ásia e América do Norte.

Dada essa escassez, estabelecer padrões evolutivos dentro de Noosauridae é extremamente complicado sem uma filogenia bem resolvida. Todavia, a falta de materiais adicionais e a ausência em várias regiões importantes predispõem a interpretações equivocadas. É necessário que novos materiais sejam recuperados, a fim de fornecer filogenias mais bem resolvidas e auxiliar no entendimento da evolução e padrões evolutivos dos caracteres.

O estudo comparativo dos membros posteriores entre *Genusaurus* e MZSP-PV 830 é limitado, uma vez que o primeiro se preservou apenas a extremidade proximal da tíbia e da fíbula. Grande parte das diagnoses de *Genusaurus* está presente na crista cnemial da tíbia, estrutura não preservada em MZSP-PV 830. Uma possível semelhança entre estes dois táxons seria a presença do sulco na face medial da extremidade proximal da fíbula.

A presença de um novo dinossauro amplia o registro de ocorrências de dinossauros sul-americanos, com destaque para uma localidade ainda inexplorada da Bacia Sanfranciscana. MZSP-PV 830 é o primeiro material osteológico de Theropoda formalmente descrito para a Bacia Sanfranciscana e junto com o *Tapuiasaurus* contribuem para ampliar a ocorrência de dinossauros no Brasil.

O primeiro registro de noassaurídeo encontrado no Brasil e junto com *Genusaurus* representa um dos representantes mais primitivos de Noosauridae e o primeiro registro de terópode de idade Aptiana encontrado no Brasil.

Por fim, pode-se destacar que o exemplar MZSP-PV 830 fornece novas informações acerca da morfologia dos membros posteriores dos dinossauros abelissauróideos, especialmente dentro de noassaurídeos, que até então o único membro do clado que apresentava elementos completos é *Masiakasaurus*.

7. BIBLIOGRAFIA

- Accarie, H.; Beaudoin, B.; Dejax, J.; Fries, G.; Michard, J-G.; Taquet, P. 1995. Découverte d'un Dinosaur Thérope nouveau (*Genusaurus sisteronis* n.g.,n.sp) dans l'Albien marin de Sisteron (Alpes de Haute-Provence, France) et extension au Crétacé inférieur de la lignée cératosauienne. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences à Paris*, Série 2A, Sciences de la Terre et des Planètes, v. 320, n. 4, p. 327-334.
- Allain, R.; Tykoski, R.; Aquesbi, N.; Jalil, N-E.; Monbaron, M.; Russell. D.; Taquet, P. 2007. An abelisauroid (Dinosauria: Theropoda) from the Early Jurassic of the High Atlas Mountains, Morocco, and the radiation of ceratosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 27, n. 3, p. 610-625.
- Allport, S. 1860. On the discovery of some fossil remains near Bahia in South America. *Quarterly Journal of the Geological Society*, v. 16, p. 263-266.
- Arcucci, A.B.; Coria, R.A. 2003. A new Triassic carnivorous dinosaur from Argentina. *Ameghiniana*, v. 40, n. 2, p. 217-228.
- Bakker, R.T.; Galton, P.M. 1974. Dinosaur Monophyly and a new class of vertebrates. *Nature*, v. 248, p. 168-172.
- Barcelos, J.H.; Suguio, K. 1980. Distribuição regional e estratigráfica das formações cretácicas do oeste mineiro. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 13°. *Anais*. Florianópolis, Balneário de Comburiu, Sociedade Brasileira de Geologia. v.2, p. 683-690.
- Benson, R.B. .; Carrano, M.T.; Brusatte, S.T. 2010. A new clade of archaic large-bodied predatory dinosaur (Theropoda: Allosauroida) that survived, to the latest Mesozoic. *Naturwissenschaften*, v. 97, n. 1, p. 71-78.
- Benton, M.J. 1990. Origin and interrelationships of dinosaurs. In: Weishampel, D. B.; Dodson, P.; Osmólka, H. (Eds). *The Dinosauria*. Berkeley: University of California Press, p. 11-30.
- Benton, M.J. 2004. Origin and relationships of Dinosauria. In: Weishampel, D. B.; Dodson, P.; Osmólska, H. (Eds.). *The Dinosauria*. 2. ed. Berkeley: University of California Press, p. 7-19.
- Benton, M.J.; Clark, J.M. 1988. Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia. In: Benton, M. J. (Eds). *The phylogeny and classification of the*

- tetrapods, VI: Amphibians, Reptiles, Birds*. Oxford, Claredon Press; The Systematics Association. p. 295-338. (Systematics Association Special, v. 35A)
- Bertini, R.J. 1996. Evidências de Abelisauridae (Carnosauria: Saurischia) do Neocretáceo da Bacia do Paraná. *In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 4º. Boletim*. Rio Claro, SP: UNESP. p. 267-271.
- Bertini, R.J.; Franco-Rosas, A.C. 2001. Scanning electronic microscopic analysis on Maniraptoriformes teeth from the Upper Cretaceous of Southeastern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 21 (Suppl. 3): 33A.
- Bertini, R.J.; Franco, A.C.; Toledo, C.E.V.; Campos, A.C.A. 1997. Theropod teeth from the Adamantina Formation, Upper Cretaceous of São Paulo State. Analysis of dental morphology. *In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 15º. Boletim de Resumos*. São Pedro, SP: UNESP. p. 103.
- Bittencourt, J.S.; Kellner, A.W.A. 2002. Abelisauria (Theropoda, Dinosauria) teeth from Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Série Geologia*, Rio de Janeiro, v. 62, p. 1-8.
- Bittencourt, J.S.; Kellner, A.W.A. 2004. On a sequence of sacrocaudal theropod dinosaur vertebrae from the Lower Cretaceous Santana Formation, northeastern Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 62, p. 309-320.
- Bonaparte, J.F. 1976. *Pisanosaurus mertii* Casamiquela and the origin of the Ornithischia. *Journal of Paleontology*, v. 50, n. 5, p. 808-820.
- Bonaparte, J.F. 1979. Dinosaurs: A Jurassic Assemblage from Patagonia. *Science*, v. 205, p. 1377-1379.
- Bonaparte, J.F. 1985. A horned Cretaceous carnosaur from Patagonia. *National Geographic Research*, v. 1, p. 149-151.
- Bonaparte, J.F. 1991. The Gondwanian theropod families Abelisauridae and Noasauridae. *Historical Biology*, v. 5, p. 1-25.
- Bonaparte, J.F. 1996. Cretaceous tetrapods of Argentina. *In: Arratia, G. (Ed.). Contributions of Southern South America to vertebrate paleontology. Münchner Geowissenschaftliche, Abhandlungen (A)*, v. 30, p. 73-130.
- Bonaparte, J.F.; Ferigolo, J.; Ribeiro, A.N. 1999. A new early Late Triassic saurischian dinosaur from Rio Grande do Sul state, Brazil. *Proceedings of the Second Gondwanan Dinosaur Symposium*, National Science Museum Monographs, v. 15. p. 89-109.

- Bonaparte, J.F.; Novas, F.E. 1985. *Abelisaurus comahuensis*, n. gen., n. sp., Carnosauria del Crétacico tardio de Patagonia. *Ameghiniana*, Buenos Aires, v. 21 (2-4), p. 259-265.
- Bonaparte, J.F.; Powell, J.E. 1980. A continental assemblage of tetrapods from the Upper Cretaceous beds of El Brete, northwestern Argentina (Sauropoda–Coelurosauria–Carnosauria–Aves). *Mémoires de la Société Géologique de France*, Nouvelle Série, v. 139, p. 19–28.
- Brandt-Neto, M.; Manzini, F.F.; Bertini, R.J. 1992. Ocorrência de coprólitos em sedimentos da Formação Adamantina (K), na região de Ibirá (SP). In: Simpósio sobre as Bacias Cretácicas Brasileiras, 2º. *Resumos Expandidos*. Rio Claro, SP: UNESP. p. 165-166.
- Braun, O. P. G. 1970. A Formação Areado e a Formação Serra Negra. *Revista da Escola de Minas*, v. 28, n. 3, p. 100-106.
- Bremer, K. 1994. Branch support and tree stability. *Cladistics*, v. 10, p. 295-304.
- Brusatte, S.L. 2012. An Introduction to Dinosaurs. In: *Dinosaur Paleobiology*, Topics in Paleobiology, Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Brusatte, S.L.; Nesbitt, S.; Irmis, R.B.; Butler, R.J.; Benton, M.J.; Norell, M.A. 2010. The origin and early radiation of dinosaurs. *Earth-Science Reviews*, v. 10, n. 1-2, p. 68-100.
- Buckland, W. 1824. Notice on the *Megalosaurus* or great fossil lizard of Stonesfield. *Transactions of the Geological Society of London*, v. 1, n. 2, p. 390-396.
- Cabreira, S.F.; Schultz, C.L.; Bittencourt, J.S.; Soares, M.B.; Fortier, D.C.; Silva, L.R.; Langer, M.C. 2011. New stem-sauropodomorph (Dinosauria, Saurischia) from the Triassic of Brazil. *Naturwissenschaften*, v. 18, n. 12, p. 1035-1040.
- Cabreira, S.F.; Lisboa, V.H.M.; Silva, J.M.F.; Silva, L.R.; Santos, P. M.; Amaral, P.; Weigert, K. 2007. Discovery of a primitive neotheropod from Santa Maria Formation. Triassic Carnian age. *Paleontologia em Destaque*, v. 57, p. 45.
- Calvo, J.O.; Rubilar-Rogers, D.; Moreno, K. 2004. A new Abelisauridae (Dinosauria: Theropoda) from northwest Patagonia. *Ameghiniana*, Buenos Aires, v. 41, n. 4, p. 555–563.
- Campos, J.E.G. 1996. *Estratigrafia, sedimentação, evolução tectônica e geologia do diamante da porção Centro-Norte da Bacia Sanfranciscana*. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1996. 204 f.

- Campos, J.E.G.; Dardenne, M.A. 1997a. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, n. 27, v. 3, p. 269-282.
- Campos, J.E.G.; Dardenne, M.A. 1997b. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 283-294.
- Campos, D.A.; Kellner, A.W.A. 1999. On some sauropod (Titanosauridae) pelvises from the continental Cretaceous of Brazil. *National Science Museum Monographs*, Tokyo, v. 15, p. 143-166.
- Canale, J. L.; Scanferla, C.A.; Agnolin, F.L.; Novas, F.E. 2009. New carnivorous dinosaurs from the Late Cretaceous of NW Patagonia and the evolution of abelisaurid theropods. *Naturwissenschaften*, v. 96, p. 409-414.
- Candeiro, C.R.A.; Abranches, C.T.; Abrantes, E.A.; Avilla, L.S.; Martins, V.C.; Moreira, A.; Torres, S.; Bergqvist, L. P. 2004. Dinosaurs remains from western São Paulo state, Brazil (Bauru Basin, Adamantina Formation, Upper Cretaceous). *Journal of South American Earth Sciences*, v. 18, p. 1-10.
- Candeiro, C.R.A.; Marinho, T.S.; Oliveira, E.C. 2004. Distribuição geográfica dos dinossauros da Bacia Bauru (Cretáceo Superior). *Revista Sociedade & Natureza*, v. 16, n. 30, p. 33-55.
- Candeiro, C.R.A.; Martinelli, A.G.; Avilla, L.S.; Rich, T.H. 2006a. Tetrapods from the Upper Cretaceous (Turonian- Maastrichtian) Bauru Group of Brazil: a reappraisal. *Cretaceous Research*, v. 27: 923-946.
- Candeiro, C.R.A.; Santos, A.R.; Rich, T.H.; Marinho, T.S.; Oliveira, E.C. 2006b. Vertebrate fossils from the Adamantina Formation (Late Cretaceous), Prata paleontological district, Minas Gerais State, Brazil. *Geobios*, v. 39, p. 319-327.
- Carmo, D.A.; Tomassi, H.Z.; Oliveira, S.B.S. G. 2004. Taxonomia e distribuição estratigráfica dos ostracodes da Formação Quiricó, Grupo Areado (Cretáceo Inferior), Bacia Sanfranciscana, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia* v. 7, n. 2, p. 139-149.
- Carpenter, K. 1997. A giant coelophysoid (Ceratosauria) theropod from the Upper Triassic of New Mexico, USA. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, v. 205, n. 2, p. 189-208.
- Carrano, M.T. 2007. The appendicular skeleton of *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *In*:

- SAMPSON, S.D.; Krause, D.W. (Eds). *Majungasaurus crenatissimus* Theropoda: Abelisauridae from the Late Cretaceous of Madagascar. Society of Vertebrate Paleontology, Memoir 8. (Supplement to *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 27, n. 2, p. 163-179).
- Carrano, M.T.; Loewen, M.A.; Sertich, J.J.W. 2011. New Materials of *Masiakasaurus knopfleri* Sampson, Carrano, and Forster, 2001, and Implications for the morphology of the Noasauridae (Theropoda: Ceratosauria). *Smithsonian Contributions to Paleontology*, v. 95, p. 1-53.
- Carrano, M.T.; Sampson, S.D. 1999. Evidence for a paraphyletic Ceratosauria and its implications for theropod dinosaur evolution. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 19, (3, suppl.): 36A.
- Carrano, M.T.; Sampson, S.D. 2002. Ceratosaurs: a global perspective. *Journal of Systematic Palaeontology*, v. 22 (suppl.3): 41A.
- Carrano, M.T.; Sampson, S.D. 2004. Madagascar, ceratosaurs, and the Cretaceous history of Gondwana. *Geoscience Africa*, 2004 (Abstracts 1): p. 108-109.
- Carrano, M.T.; Sampson, S.D. 2008. The phylogeny of Ceratosauria (Dinosauria: Theropoda). *Journal of Systematic Palaeontology*, v. 6, n. 2, p. 183-236.
- Carrano, M.T.; Sampson, S.D.; Forster, C.A. 2002. The osteology of *Masiakasaurus knopfleri*, a small abelisauroid (Dinosauria: Theropoda) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 22, p. 510-534.
- Carrano, M.T.; Sampson, S.D.; Loewen, M.A. 2004. New discoveries of *Masiakasaurus knopfleri* and the morphology of the Noasauridae (Dinosauria: Theropoda). *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 24 (suppl.3) p.44A.
- Carvalho, I.S.; Kattah, S.S. 1997. As pegadas fósseis do paleodeserto da Bacia Sanfranciscana (Jurássico Superior-Cretáceo Inferior, Minas Gerais). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 70, n. 1, p. 53-67.
- Carvalho, M.S.S.; Maisey, J.G. 1998. Early Cretaceous fresh water Actinistians from interior of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, (Suppl. 3), p. 32.
- Carvalho, M.S.S.; Campos, D.A.; Dardenne, M.A.; Sgarbi, G.N.C.; Cartelle, C. 1995. Celacantos do Cretáceo Inferior de Minas Gerais, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 14 °. Atas. Uberaba, Sociedade Brasileira de Paleontologia. p. 35.

- Chaney, D.S. 1989. Hand-held mechanical preparation tools. *In*: Feldmann, R.M.; Chapman, R.E.; Hannibal, J.T. (Eds). *Paleotechniques*, University of Tennessee Press; The Paleontological Society. p.186-203. (Special Publication, n.4).
- Charig, A.J.; Attridge, J.; Crompton, A.W. 1965. On the origin of the sauropods and the classification of the Saurischia. *Proceedings of the Linnean Society of London*, v. 176, n. 2, p. 197-221.
- Colbert, E.H. 1970. A saurischian dinosaur from the Triassic of Brazil. *American Museum Novitates*, n. 2405, p. 1-39.
- Colbert, E.H. 1989. The Triassic dinosaur Coelophysus. *Museum of Northern Arizona Bulletin*, n. 57, p. 1-160.
- Cope, D. 1867. Account of the extinct reptiles which approached the birds. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, v. 19, p. 234-235.
- Cope, D. 1887. The dinosaur genus Coelurus. *American Naturalist*, v. 21, p. 367-369.
- Cope, D. 1889. On a new genus of Triassic Dinosauria. *American Naturalist*, n. 23, p. 262.
- Coria, R.A. 2001. A new theropod from the Late Cretaceous of Patagonia. *In*: Tanke, D.H.; Carpenter, K. (Eds). *Mesozoic Vertebrate Life*. Indiana University Press. p. 3-9.
- Coria, R.A.; Salgado, L. 1995. A new giant carnivorous dinosaur from the Cretaceous of Patagonia. *Nature*, v. 377, p. 225-226.
- Coria, R.A.; Salgado, L. 2000. A basal Abelisauria Novas, 1992 (Theropoda-Ceratosauria) from the Cretaceous of Patagonia, Argentina. *Gaia*, Lisboa, n. 15, p. 89-102.
- Coria, R.A.; Chiappe, L.M.; Dingus, L. 2002. A new close relative of *Carnotaurus sastrei* Bonaparte 1985 (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 22, n. 2, p. 460-465.
- Currie, P. J.; Rigby JR, J.K.; Sloan, R.E. 1990. Theropod teeth from the Judith River Formation of southern Alberta, Canada. *In*: Carpenter, K.; Currie, P.J. (Eds). *Dinosaur Systematics. Approaches and Perspectives*. Cambridge University Press. p. 107-126.
- Cuvier, G. 1822. Recherches sur les ossemens fossils, ou l'on rétablit les caracteres de plusieurs animaux dont les révolution Du globe on détruit les espèces. *Dufor et d'Ocagne*, Paris, v. 5, n. 2, p. 574.

- Da Rosa, A.A.S.; Leal, L.A.; Boelter, R.A.; Dambros, C.S. 2006. Um novo Sauropodomorpha para o Triássico Superior do sul do Brasil. In: *Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados*, 5°. Santa Maria, Revista Ciência e Natura, p. 31.
- Dias-Brito, D.; Pessagno JR., E.A.; Castro, J.C. 1999. Novas considerações cronoestratigráficas sobre o sillexito a radiolários do sul da Bacia Sanfranciscana, Brasil, e a ocorrência de foraminíferos planctônicos nestes depósitos. In: *Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 5. *Boletim*. Rio Claro, IBGE – UNESP. v.1, p. 567-575.
- Duarte, L.; Bernardes-de-Oliveira, M.E.; Pons, D.; Lott, T. A. 2005. Welwitschiaceae from the Lower Cretaceous of Northeastern Brazil. *American Journal of Botany*, v. 92, n. 8, p. 1294-1310.
- Elias, F.A.; Bertini, R.; Medeiros, M.A.A. 2007. Velociraptorinae (Maniraptoriformes) teeth from the Coringa flagstone outcrop, middle Cretaceous of the São Luís – Grajaú basin, Maranhão State, northern-northeastern Brazil. In: Carvalho, I. S.; Cassab, R.C.T.; Schwanke, C.; Carvalho, M. A.; Fernandes, A.C.S.; Rodrigues, M.A.C.; Carvalho, M.S.S.; Arai, M.; Oliveira, M.E.Q. (Eds). *Paleontologia: Cenários de Vida*. Rio de Janeiro: Interciências. p. 315–325.
- Eysinga, F.W.A. van. 1975. *Geological time table*. Amsterdam: Elsevier.
- Eysinga, F.W.A. van. 1987. *Geological time table*. 4.ed. revised and undapted ed. The Netherlands: Elsevier.
- Ezcurra, M.D. 2010. A new early dinosaur (Saurischia: Sauropodomorpha) from the Late Triassic of Argentina: a reassessment of dinosaur origin and phylogeny. *Journal of Systematic Palaeontology*, v. 8, n. 3, p. 371-425.
- Ezcurra, M.D.; Agnolín, F.L. 2012. An abelisauroid dinosaur from the Middle Jurassic of Laurasia and its implications on theropod palaeobiogeography and evolution. *Proceedings of the Geologist's Association*, v. 123, n. 3, p. 500-507.
- Ezcurra, M.D.; Cuny, G. 2007. The coelophysoid *Lophostropheus airelensis*, gen. nov.: a review of the systematics of "*Liliensternus*" *airelensis* from the Triassic-Jurassic boundary outcrops of Normandy (France). *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 27, n. 1, p. 73–86.
- Farris, J.S. 1970. Methods for computing Wagner Trees. *Systematic Zoology*, v. 19, n. 1, p. 83-92.
- Farris, J.S. 1982. Outgroups and parsimony. *Systematic Zoology*, v. 31, n. 3, p. 328-334.

- Felsenstein, J. 1985. Pylogenies and the Comparative Method. *American Naturalist*, v. 25, n. 1, p. 1-15.
- Ferigolo, J.; Langer, M.C. 2007. Late Triassic dinosauriform from south Brazil and the origin of the ornithischian prefrontal bone. *Historical Biology*, v. 19, n. 1, p. 23–33.
- Fitzgerald, E.M.G.; Carrano, M.T.; Holland, T.; Wagstaff, B.E.; Pickering, D.; Rich, T.H.; Vickers-Rich, P. 2012. First ceratosaurian dinosaur from Australia. *Naturwissenschaften*, v. 99, n. 5, p. 397-405.
- Forster, C.A. 1999. Gondwanan dinosaur evolution and biogeographic analysis. *Journal of African Earth Sciences*, v. 28, n. 1, p. 169–185.
- Forster, C.A.; Sampson, S.D.; Chiappe, L.M.; Krause, D.W. 1998. The Theropod Ancestry of Birds: New Evidence from the late Cretaceous of Madagascar. *Science*, v. 279, n. 5358, p. 1915-1919.
- Fraas, E. 1913. Die neuesten Dinosaurierfunde in der schwäbischen Trias. *Naturwissenschaftlern*, v. 45, n. 1, p. 1097-1100.
- Franco, A.C. 2000. *Dentes de Teropodomorfos do Cretáceo Superior da Bacia do Paraná. Análise em Microscopia Eletrônica de Varredura*. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rio Claro, 2000. 113 f.
- Franco-Rosas, A.C. 2001. Dentes de teropodomorfos da Formação Cambambe, Mato Grosso. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 17°. *Boletim de Resumos*. Rio Branco, UFAC. p. 157.
- Franco-Rosas, A.C. 2002. Methodological parameters for identification and taxonomic classification of isolated theropodomorph teeth. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 74, p. 367.
- Frey, E.; Martill, D. 1995. A possible oviraptorosaurid theropod from the Santana Formation (Lower Cretaceous, ?Albian) of Brazil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Monatshefte, n. 7, p. 397-412.
- Galton, P.M. 1982. *Elaphrosaurus*, an ornithomimid dinosaur from the Upper Jurassic of North America and Africa. *Paläontologische Zeitschrift*. v. 56 (3-4), p. 265–275.
- Galton, P.M. 2000. Are *Spondylosoma* and *Staurikosaurus* (Santa Maria Formation, Middle-Upper Triassic, Brazil) the oldest saurischian dinosaurs? *Paläontologische Zeitschrift*. v. 74, n. 3, p. 393-423.

- Galton, P.M.; Molnar, R.E. 2005. Tibiae of small Theropod Dinosaurs from Southern England. From the Middle Jurassic of Stonesfield near Oxford and the Lower Cretaceous of the Isle of Wight. *In: Carpenter, K. (Ed). The Carnivorous Dinosaurs*. Bloomington: Indiana University Press. p. 3-22.
- Gauthier, J. 1986. Saurischian monophyly and the origin of birds. *In: Padian, K. (Ed.). The Origins of birds and the evolution of flight*, Memoirs of California Academy of Sciences, v. 8, p. 1-55.
- Gilmore, C.W. 1920. Osteology of the carnivorous dinosauria in the United States National Museum, with special reference to the genera *Antrodemus* (Allosaurus) and *Ceratosaurus*. *Bulletin of the United States National Museum*, v. 110, p.1-159.
- Goloboff, P.A.; Farris, J.S.; Nixon, K.C. 2008. TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics*, v. 24, n. 5, p. 774-786.
- Greenwald, M.T. 1989. Techniques for collecting large vertebrate fossils. *In: Feldmann, R.M.; Chapman, R.E.; Hannibal, J.T. (Eds). Paleotechniques*. The Paleontological Society. p. 264-274. (Special Publication, n. 4).
- Hasui, Y.; Haralyi, N.I. 1991. Aspectos lito-estruturais e geofísicos do soerguimento do Alto Parnaíba. *Geociências*, São Paulo, n. 10, p. 57-77.
- Hasui, Y.; Sadowski, G.R.; Suguio, K.; Fuck, G.F. 1975. The Phanerozoic tectonic evolution of the Western Minas Gerais State. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 47, p. 431-438.
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetic systematic*. Urbana, University of Illinois Press. vii + 236p.
- Holtz Jr., T.R. 1994. The phylogenetic position of the Tyrannosauridae: implications for theropod systematics. *Journal of Paleontology*, v. 68, n. 5, p. 1100-1117.
- Holtz Jr., T.R. 2000. A new Phylogeny of the carnivorous dinosaurs. *Gaia*, Lisboa, v. 15, p. 5-61.
- Huene, F. von. 1907. Die Dinosaurier der europäischen Triasformation mit Berücksichtigung der aussereuropäischen Vorkommnisse. *Geologische und Palaeontologische Abhandlungen*, Supplement-Band, v. 1, p. 1– 419.
- Huene, F. von. 1914. Das natürliche System der Saurischia. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, B*, v. 1914, p. 154-158.

- Huene, F. von. 1920. Bemerkungen zur Systematik und Stammesgeschichte einiger Reptilien. *Zeitschrift für Induktive Abstammungs und Vererbungslehre*, v. 24, p. 209-212.
- Huene, F. von. 1926. The carnivorous Saurischia in the Jura and Cretaceous formations, principally in Europe. *Revista del Museo de La Plata*, v. 29, p. 35–167.
- Huene, F. von. 1932. Die fossile Reptil-Ordnung Saurischia ihre Entwicklung und Geschichte. *Monographien zur Geologie und Palaeontologie, Serie 1*, n. 4, p. 1-361.
- Huene, F. von. 1931. Verschiedene mesozoisches Wirbeltierreste aus Südamerika. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beilage-Band*, 66 (B), p. 181-191.
- Huene, F. von. 1934. Ein neuer Coelurosaurier in der thüringischen Trias. *Palaeontologische Zeitschrift*. v. 16, p. 145–170.
- Huene, F. von. 1942. *Die fossilen Reptilien des südamerikanischen Gondwanalandes*. Munich: C.H. Beck. p. 342.
- Huene, F. von.; Matley, C. A. 1933. The Cretaceous Saurischia and Ornithischia of the central provinces of India. *Memoirs of the Geological Survey of India, New Series*, v. 21, p. 1–74.
- Huxley, T.H. 1869. On the upper jaw of Megalosaurus. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, v. 25, p. 311-314.
- Janensch, W. 1920. Über *Elaphrosaurs bambergi* und die Megalosaurier aus den Tendaguru- Schichten Deutsch- Ostafrikas. *Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin*, v. 1920, p. 225-235.
- Janensch, W. 1925. Die Coelurosaurier und Theropoden der Tendaguru-Schichten Deutsch-Ostafrikas. *Palaeontographica*, v. 1, Supplement 7, p. 1-100.
- Kambic, R.M. 2008. *Multivariate analysis of avian and non-avian theropod pedal phalanges*. Dissertação (Doutorado). Department of Earth Sciences. Montana State University Bozeman, 2008. 100 f.
- Kattah, S.S. 1991. *Análise faciológica e estratigráfica do Jurássico Superior/Cretáceo Inferior na porção meridional da Bacia do São Francisco, oeste do Estado de Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado), Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1991. 227 f.

- Kattah, S.S. 1993. A ocorrência de pegadas de dinossauros no Gupo Areado, porção meridional da Bacia Sanfranciscana, oeste de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 65, n. 2, p. 217-218.
- Kellner, A.W.A. 1994. Preliminary report on the microvertebrate fauna from the Late Cretaceous Bauru strata near Peirópolis, Minas Gerais, Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 14, (Suppl. 3), p. 31A.
- Kellner, A.W.A. 1999. Short note on a new dinosaur (Theropoda, Coelurosauria) from the Santana Formation (Romualdo Member, Albian), northeastern Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Nova Série*, Rio de Janeiro, n. 49, p. 1-8.
- Kellner, A.W.A.; Campos, D.A. 1996. First Early Cretaceous theropod dinosaur from Brazil with comments on Spinosauridae. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, v. 199, n. 2, p. 151-166.
- Kellner, A.W.A.; Campos, D.A. 2002. On a theropod dinosaur (Abelisauria) from the continental Cretaceous of Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v. 60, n. 3, p.163-170.
- Kellner, A.W.A.; Campos, D.A.; Azevedo, S.A.; Carvalho, L.B. 1998. Theropod dinosaur eggs from the continental Upper Cretaceous of Minas Gerais. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 18, (3, suppl.), p. 55A.
- Kellner, A.W.A.; Azevedo, S.A.K.; Machado, E.B.; Carvalho, L.B.; Henriques, D. D.R. 2011. A new dinosaur (Theropoda, Spinosauridae) from the Cretaceous (Cenomanian) Alcântara Formation, Cajual Island, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 83, n. 1, p. 99-108.
- Kluge, A.G.; Farris, J.S. 1969. Quantitative phyletics and the evolution of anurans. *Systematic Zoology*, v. 18, n.1, p. 1-32.
- Krause, D.W.; Sampson, S.D.; Carrano, M.T.; O'Connor, P.M. 2007. Overview of the history of discovery, taxonomy, phylogeny, and biogeography of *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar., *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 27, (suppl. 2), p. 1-20. (Society of Vertebrate Paleontology Memoir 8).
- Langer, M.C. 2004. Basal Saurischia. In: WEishampel, D.B.; Dodson, P.; Osmólska, H. (Eds). *The Dinosauria*. 2. ed. Berkeley: University of California Press, p. 25-46.
- Langer, M.C.; Abdala, F.; Richter, M.; Benton, M. 1999. A sauropodomorph dinosaur from the Upper Triassic (Carnian) of southern Brazil. *Comptes Rendus de*

- l'Académie des Sciences, Sciences de la Terre et des Planètes*, Paris, v. 329, p. 511-517.
- Langer, M.C.; Bittencourt, J.S.; Schultz, C.L. 2007. The inclusivity and phylogenetic of *Guiabasaurus candelariensis*: a basal dinosaur from the Late Triassic of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 27 (suppl.3), p. 103A-104A.
- Langer, M.C.; Ezcurra, M.D.; Bittencourt, J.S.; Novas, F.E. 2010. The origin and early evolution of dinosaurs. *Biological Reviews*, v. 85, p. 55-110.
- Lapparent, A.F. de. 1960. Les dinosauriens du "Continental intercalaire" du Sahara central. *Mémoires de la Société Géologique de France, Nouvelle Série*, 88A, p. 1–57.
- Lavocat, R. 1955. Sue une portion de mandibule de théropode provenant du Crétacé supérieur de Madagascar. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, série 2*, Paris, v. 27, p. 256–259.
- Le Loeuff, J.; Buffetaut, E. 1991. *Tarascosaurus salluvicus* nov. gen., nov. sp., dinosaure théropode du Crétacé supérieur du sud de la France [*Tarascosaurus salluvicus* nov. gen., nov. sp., a theropod dinosaur from the Upper Cretaceous of southern France]. *Géobios*, v. 25, n. 5, p. 585-594.
- Leidy, J. 1856. Notices of remains of extinct reptiles and fishes, discovered by Dr. F. V. Hayden in the bad lands of the Judith. River, Nebraska Territory. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, v. 8, p. 72–73.
- Leiggi, P.; Schaff, C.R.; May, P. 1994. Macrovertebrate collecting: Field organization and specimen collecting. In: Leiggi, P.; May, P (Eds). *Vertebrate Paleontological Techniques*. Cambridge University Press. v.1, p. 59-77.
- Leonardi, G.; Borgomanero, G. 1981. Sobre uma possível ocorrência de Ornithischia na formação Santana, Chapada do Araripe (Ceará). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 11, p. 1–4.
- Lima, M.R. 1983. Paleoclimatic reconstruction of the Brazilian Cretaceous basins on palynological data. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 13, n. 4, p. 223-228.
- Lydekker, R. 1889. On a coeluroid dinosaur from the Wealden. *Geological Magazine, Series 3*, n. 6, p. 119-121.
- Lydekker, R. 1891. On certain ornithisaurian and dinosaurian remains. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, v. 47, p. 41-44.

- Machado, E.B.; Campos, D.A.; Kellner, A.W.A. 2008. On a theropod scapula (Upper Cretaceous) from the Marília Formation, Bauru Group, Brazil. *Paläontologische Zeitschrift*, v. 82, p. 308–313.
- Maddison, W.P.; Donoghue, M. J.; Maddison, D.R. 1984. Outgroup analysis and parsimony. *Systematic Zoology*, v. 33, n. 1, p. 83-103.
- Marinho, T.S. 2003. *As ocorrências fossilíferas do Cretáceo Superior nos municípios do Prata e Monte Alegre de Minas, no Triângulo Mineiro*. Monografia (Graduação), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003. 20 f.
- Marsh, O.C. 1877. Notice of some new dinosaurian reptiles from the Jurassic Formation. *American Journal of Science, series 3*, v. 14, p. 514-516.
- Marsh, O.C. 1884. Principal characters of American Jurassic dinosaur. Part VII: the Order Theropoda. *American Journal of Science, series 3*, v. 27, p. 329-341.
- Marsh, O.C. 1890. Description of new dinosaurian reptiles. *American Journal of Science, series 3*, v. 39, p. 81-86.
- Martill, D.M.; Cruickshank, A.R.I.; Frey, E.; Small, P.G.; Clarke, M. 1996. A new crested maniraptoran dinosaur from the Santana Formation (Lower Cretaceous) of Brazil. *Journal of the Geological Society, London*, v. 153, p. 5-8.
- Martin, L.D.; Stewart, J.D.; Whetstone, K.N. 1980. The origin of birds: structure of the tarsus and teeth. *The Auk*, v. 97, n. 1, p. 86-93.
- Martins-Neto, R.G.; Kellner, A.W.A. 1988. Primeiro registro de pena na Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 60, n. 1, p. 61-68.
- Martinez, R.N.; Alcober, O.A. 2009. A basal Sauropodomorph (Dinosauria: Saurischia) from the Ischigualasto Formation (Triassic, Carnian) and the Early Evolution of Sauropodomorpha. *PLoS ONE*, v. 4. n. 2, p. 1-12.
- Martínez, R.D.; Giménez, O.; Rodríguez, J.; Bochaty, G. 1986. *Xenotarsosaurus bonapartei* nov. gen. et sp. (Carnosauria, Abelisauridae), un nuevo Theropoda de la Formación Bajo Barreal, Chubut, Argentina. In: Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 4 °. *Actas*. v. 2, p. 23–31.
- Mateus, O.; Wallena, A.; Antunes, M. T. 2006. The large theropod fauna of the Lourinhã Formation (Portugal) and its similarity to the Morrison Formation, with a description of a new species of *Allosaurus*. *New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin*, n. 36, p. 123-129.

- May, P.; Reser, P.; Leiggi, P. 1994. Laboratory preparation. *In*: Leiggi, P.; May, P. (Eds). *Vertebrate paleontological Techniques*, Cambridge University Press, 1994. v.1, p. 113-153.
- Medeiros, M.A. 2004. *A Laje do Coringa (Ilha do Cajual, Bacia de São Luís, Baía de São Marcos, MA): conteúdo fóssilífero, Bioestratigrafia, diagênese e implicações na Paleobiogeografia do meso-Cretáceo do Nordeste brasileiro*. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004. 137 f.
- Medeiros, M.A. 2006. Large theropod teeth from the Eocenomanian of northeastern Brazil and the occurrence of Spinosauridae. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 9, p. 333–338.
- Medeiros, M.A.; Freire, P.C.; Pereira, A.A.; Santos, R.A.B.; Lindoso, R.M.; Coelho, A.F. A.; Passos, E.B.; Sousa, E. 2007. Another African dinosaur recorded in the Eocenomanian of Brazil and a revision on the paleofauna of the Laje do Coringa site. *In*: Carvalho, I.S.; Cassab, R.C.T.; Schwanke, C.; Carvalho, M.A. ; Fernandes, A.C.S.; Rodrigues, M.A.C.; Carvalho, M.S.S.; Arai, M.; Oliveira, M.E.Q. (Eds.). *Paleontologia: Cenários de Vida*. Rio de Janeiro: Interciência. v. 1 p. 413–423.
- Medeiros, M.A.; Schultz, C.L. 2001. Uma paleocomunidade de vertebrados do Cretáceo médio, Bacia de São Luís. *In*: Rossetti, D.F.; Góes, A.M.; Truckenbrodt, W. (Eds.). *O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Belém: Museu Goeldi, p. 209–221.
- Medeiros, M.A.; Schultz, C.L. 2002. A fauna dinossauriana da “Laje do Coringa”, Cretáceo Médio do nordeste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 60, p. 155–162.
- Mendonça, K.R.N.M. 2003. *Estratigrafia de sequencia da formação Areado na porção da Bacia Sanfranciscana, Minas Gerais*. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, UNESP, Rio Claro, 2003. 124 f.
- Meyer, H.V. 1832. *Palaeologica zur Geschichte der Erde und ihrer Geschöpfe*, Frankfurt am Main: Verlag von Siegmund Schmerber. 560 p.
- Naish, D. 1999. *Fossils explained* 27: Theropod dinosaurs. *Geology Today*. v. 15, n.6, p. 234-239.
- Naish, D.; Martill, D.M.; Frey, E. 2004. Ecology, systematics and biogeographical relationships of Dinosaurs, including a new Theropod, from the Santana

- Formation (?Albian, Early Cretaceous) of Brazil. *Historical Biology*, v. 16, n. 2, p. 57-70.
- Nelson, G.; Platnick, N.I. 1991. Three-taxon statements: a more precise use of parsimony?. *Cldistics*. v. 7, n. 4, p. 351-366.
- Nesbitt, S.J.; Irmis, R. B.; Parker, W.G.; Smith, N.D.; Turner, A.H.; Rowe, T. 2009. Hindlimb osteology and distribution of basal dinosauromorphs from the Late Triassic of North America. *Journal of Vertebrate Paleontology*. v. 29, n. 2, p. 498-516.
- Nesbitt, S.J.; Sidor, C. A.; Irmis, R.B.; Angielczyk, K.D.; Smith, R.M.H.; Tsuji, L. A. 2010. Ecological distinct dinosaurian sister group shows early diversification of Ornithodira. *Nature*, v. 464, p. 95-98.
- Nesbitt, S.J.; Smith, N. D.; Irmis, R.B.; Turner, A.H.; Downs, A.; Norell, M.A. 2009. A complete skeleton of a Late Triassic Saurischian and the early evolution of Dinosaurs. *Science*, v. 326, n. 5959, p. 1530-1533.
- Novas, F.E. 1989. The tibia and tarsus in Herrerasauridae (Dinosauria, Incertae Sedis) and the origin and evolution of the dinosaurian tarsus. *Journal of Paleontology*. v. 63, n. 5, p. 677-690.
- Novas, F.E. 1992. La evolucion de los dinosaurios carnivoros. In: Sanz, J.L.; Buscalioni, A.D. (Eds.). *Los Dinosaurios y su Entorno Biotico*. Institute "Juan Valdez", Ajuntamiento de Cuenca, Cuenca, Argentina. p. 126-163.
- Novas, F.E. 1996. Dinosaur monophyly. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 16, n. 4, p. 723-741.
- Novas, F.E. 1997. Anatomy of Patagonykus puertai (Theropoda, Avialae, Alvarezsauridae), from the Late Cretaceous of Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 17, n. 1, p. 137-166.
- Novas, F.E. 2009. The Age of Dinosaurs in South America. Indiana: University Press. 480 p.
- Novas, F.E.; Bandyopadhyay, S. 2001. Abelisaurid pedal unguals from the Late Cretaceous of India. In: *International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, 7º*. Buenos Aires. Asociación Paleontológica Argentina., p. 145-149. (Publicación Especial n. 7).
- Novas, F.E.; Dalla Vecchia, F.; Pais, D.F. 2005. Theropod pedal unguals from the Late Cretaceous (Cenomanian) of Morocco, Africa. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*. v. 7, n. 2, p. 167-175.

- Novas, F.E.; Pol, D. 2005. New evidence on deinonychosaurian dinosaurs from the Late Cretaceous of Patagonia. *Nature*, v. 433, p. 858-861.
- Novas, F.E.; Ribeiro, L.C.B.; Carvalho, I.S. 2005. Maniraptoran theropod ungual from the Marília Formation (Upper Cretaceous), Brazil. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, v. 7, p. 31–36.
- Novas, F.E.; Puerta, P.F. 1997. New evidence concerning avian origins from the Late Cretaceous of Patagonia. *Nature*, v. 387, p. 390-392.
- Novas, F.E.; De Valais, S.; Vickers-Rich, P.; Rich, T. 2005. A large Cretaceous theropod from Patagonia, Argentina, and the evolution of carcharodontosaurids. *Naturwissenschaften*, v. 92, n. 5, p. 226–230.
- Osborn, H.F. 1905. Tyrannosaurus and other Cretaceous carnivorous dinosaurs. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 21, p. 259-265.
- Osborn, H.F. 1924. Three new Theropoda, Protoceratops zone, Central Mongolia. *American Museum Novitates*, v. 144, p. 1-12.
- Owen, R. 1863. On the Archaeopteryx of von Meyer, with a description of the fossil remains of a long-tailed species, from the lithographic stone of Solenhofen. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 153, p. 33-47.
- Owen, R. 1876. *Descriptive and illustrated catalogue of the fossil Reptilia of South Africa in the collection of the British Museum*. London: British Museum (Natural History), 88 p.
- Padian, K. 1985. The origins and aerodynamics of flight in extinct vertebrate. *Paleontology*, v. 28, p. 423-433.
- Padian, K.; Hutchinson, J.R.; Holtz, T.R. 1999. Phylogenetic definitions and nomenclature of the major taxonomic categories of the carnivorous Dinosauria (Theropoda). *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 19, n. 1, p. 69-80.
- Palmer, A.R. 1989. Techniques for mechanical extraction of smaller fossils. In: Feldmann, R.M.; Chapman, R.E.; Hannibal, J.T. (Eds.). *Paleotechniques*. The Paleontological Society. p. 208-212. (Special Publication n. 4).
- Paul, G.S. 1988. *Predatory dinosaurs of the world: A complete illustrated guide*. New York: Simon e Schuster. 464 p.
- Petri, S.; Fúlfar, V.J. 1983. *Geologia do Brasil (Fanerozóico)*. São Paulo, T. A. QUEIROZ- Edusp. 631 p.
- Pires-Domingues, R.A. 2009. *Paleogeografia do alto de Paracatu: o registro geológico dos bone-beds de dinossauros da Bacia Sanfranciscana*. Dissertação (Mestrado

- em Geociências). Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. 112 f.
- Pol, D.; Rauhut, O.W.M. 2012. A Middle Jurassic abelisaurid from Patagonia and the early diversification of theropod dinosaurs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. v. 279, n. 1741, p. 3170-3175.
- Price, L.I. 1947. Sedimentos mesozóicos na baía de São Marcos, estado do Maranhão. *Notas Preliminares e Estudos, Divisão de Geologia e Geologia*, v. 53, p. 1-7.
- Raath, M. 1969. A new coelurosaurian dinosaur from the Forest Sandstone of Rhodesia. *Arnoldia*, v. 4, p. 1-25.
- Raath, M. 1977. *The Anatomy of the Triassic Theropod Syntarsus rhodesiensis (Saurischia: Podokesauridae) and a consideration of its biology*. PhD Thesis: Rhodes University, Salisbury, Rhodesia. 233 f.
- Rauhut, O.W.M. 2000. *The interrelationships and evolution of basal theropod dinosaurs*. PhD. Thesis: University of Bristol. 2000. 3884 f.
- Rauhut, O.W.M. 2003. The interrelationships and evolution of basal theropod dinosaurs. *Special Papers in Palaeontology*, London, n. 69, p. 1-213.
- Rauhut, O.W.M. 2005. Post-cranial remains of “coelurosaurs” (Dinosauria, Theropoda) from the Late Jurassic of Tanzania. *Geological Magazine*, v. 142, n. 1, p. 97-107.
- Rauhut, O.W.M. 2012. A reappraisal of a putative record of abelisauroid theropod dinosaur from the Middle Jurassic of England. *Proceedings of the Geologist's Association*, v. 123, n. 5, p. 779-786.
- Reig, O.A. 1963. La presencia de dinosaurios saurisquios en los "Estratos de Ischigualasto" (Mesotriásico Superior) de las provincias de San Juan y La Rioja (República Argentina). *Ameghiniana*, v. 3, p. 3-20.
- Rieppel, O. 1988. *Fundamentals of Comparative Biology*. Basel: Birkhauser Verlag, 202p.
- Rimann, R. 1917. A Kimberlita no Brasil. *Anuário da Escola de Minas de Ouro Preto*, n. 15, p. 27-32.
- Rixon, A.E. 1976. *Fossil animal remains: their preparation and conservation*. Atholone Press. University of London. 304 p.
- Romer, A.S. 1956. *Osteology of the reptiles*. Chicago: University of Chicago Press. 772 p.

- Rowe, T.R. 1989. A new species of the theropod dinosaur *Syntarsus* from the Early Jurassic Kayenta Formation of Arizona. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 9, n. 2, p. 125-136.
- Rowe, T.R.; Gauthier, J. 1990. Ceratosauria. In: Weishampel, D.B.; Dodson, P.; Osmólska, H. (Eds.). *The Dinosauria*. Berkeley: University of California Press. p. 151-168.
- Sad, J.H.G.; Cardoso, R.N.; Costa, M.T. 1971. Formações Cretáceas em Minas Gerais: uma revisão. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 1, p. 2-13.
- Sampson, S.D.; Carrano, M.T.; Forster, C.A. 2001. A bizarre predatory dinosaur from the Late Cretaceous of Madagascar. *Nature*, v. 409, p. 504–506.
- Sampson, S.D.; Witmer, M.; Forster, C.A.; Krause, D.W.; O'Connor, P.M.; Dodson, P.; Ravoavy, F. 1998. Predatory dinosaur remains from Madagascar: Implications for the Cretaceous Biogeography of Gondwana. *Science*, v. 280, n. 5366, p. 1048-1051.
- Santos, R.S. 1985. *Laeliichthys ancestralis*, novo gênero e espécie de Osteoglossiformes do Aptiano da Formação Areado, Estado de Minas Gerais, Brasil. In: *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos, Série Geologia*, Brasília, v. 27, p. 161-167.
- Schaeffer, B. 1941. The morphological and functional evolution of the tarsus in amphibians and reptiles. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 78, p. 395-472.
- Scorza, E.P.; Santos, R.S. 1955. Ocorrência de folhelho fossilífero cretácico na município de Presidente Olegário, Minas Gerais, Brasil. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, v. 155, p. 27.
- Seeley, H.G. 1882. On *Thecospondylus horneri*, a new Dinosaur from the Hastings Sand, indicated by the sacrum and the neural canal of the sacral region. *Quarterly Journal of the Geological Society*, London, v. 38, p. 457–460.
- Seeley, H.G. 1887. On the classification of the fossil animals commonly named Dinosauria. *Proceedings of the Royal Society of London*, v. 43, p. 165–171.
- Sereno, P.C. 1997. The origin and evolution of dinosaurs. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 25, n. 1, p. 435-489.
- Sereno, P.C. 1998. A Rationale for phylogenetic definitions, with application to the higher-level taxonomy of Dinosauria. *Nues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, v. 210, p. 41-83.
- Sereno, P.C. 1999. The evolution of dinosaurs. *Science*, v. 284, n. 5423, p. 2137-2147.

- Sereno, P.C.; Novas, F.E. 1992. The complete skull and skeleton of an early dinosaur. *Science*, v. 258, n. 5085, p. 1137-1140.
- Sereno, P.C.; Beck, A.L.; Dutheil, D.B.; Gado, B.; Larsson, H.C.E.; Lyon, G.H.; Marcot, J.D.; Rauhut, O.W.M.; Sadleir, R.W.; Sidor, C.A.; Varrichio, D.D.; Wilson, G.P.; Wilson, J.A. 1998. A long-snouted predatory dinosaur from Africa and the evolution of spinosaurids. *Science*, v. 282, n. 5392, p. 1298-1302.
- Sereno, P.C.; Dutheil, D.B.; Iarochene, M.; Larsson, H.C.E.; Lyon, G.H.; Magwene, P.M.; Sidor, C.A.; Varricchio, D.J.; Wilson, J.A. 1996. Predatory dinosaur from the Sahara and Late Cretaceous faunal differentiation. *Science*, v. 272, p. 986-991.
- Sereno, P.C.; Forster, C.A.; Rogers, R.R.; Monetta, A.M. 1993. Primitive dinosaur skeleton from Argentina and the early evolution of Dinosauria. *Nature*, v. 361, p. 64-66.
- Sereno, P.C.; Wilson, J.A.; Conrad, J.L. 2004. New dinosaur link southern landmasses in the Mid-Cretaceous. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, v. 271, p. 1325-1330.
- Sgarbi, G.N.C. 1989. *Geologia da Formação Areado: Cretáceo Inferior a Médio da Bacia do São Francisco, oeste do Estado de Minas Gerais*. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ. 324 f.
- Sgarbi, G.N.C. 1991. Arenitos eólicos da Formação Areado (Bacia Cretácea do São Francisco): Caracterização, diagênese e aspectos químicos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 21, n. 5, p. 342-354.
- Sgarbi, G.N.C. 2000. The Cretaceous Sanfranciscan Basin, Eastern Plateau of Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30, n. 3, p. 450-452.
- Sgarbi, G.N.C.; Horn, H.A.; Grossi Sad, J.H. 1993. Aspectos químicos e isotópicos dos sedimentos lacustres da Formação Areado, Bacia Cretácea do São Francisco, MG. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 63, n. 3, p. 265-270.
- Sibley, C.G.; Monroe, B.L.J. 1990. *Distribution and taxonomy of birds of the world*. New Haven, USA: Yale University Press. 1111 p.
- Silva, A.J.P.; Lopes, R.C.; Vasconcelos, A.M.; Bahia, R.B.C. 2003. Bacias sedimentares paleozóicas e meso-cenozóicas interiores. In: Schobbenhaus, C.; Vidotti, R. M.; Gonçalves, J.H. *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília: CPRM, Cap.2, p. 55-85.
- Silva, H.P.; Kellner, A.W.A. 1999. Novos dentes de theropoda do Cretáceo continental do Brasil. *Paleontologia em Destaque*, v. 26, p. 66.

- Sleeman, W.H. 2013. India's first dinosaur, rediscovered. *Current Science*, v. 104, n. 1, p. 34.
- Smith, J.B.; Vann, D.R.; Dodson, P. 2005. Dental morphology and variation in theropod dinosaurs: Implications for the taxonomic identification of isolated teeth. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*. v. 285A, n. 2, p. 699-736.
- Sohl, N.F. 1989. Mechanical extraction of fossil: extracting by hammers, chisels, and picks. In: Feldmann, R.M.; Chapman, R.W.; Hannibal, J.T (Eds.). *Paleotechniques*. The Paleontological Society (Special Publication n. 4).
- Sues, H.D.; FREY, E.; MARTILL, D. M.; COTT, D. M. 2002. *Irritator challengeri*, a spinosaurid (Dinosauria: Theropoda) from the lower Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 22, n. 3, p. 535-547.
- Suguio, K.; Barcelos, H.H. 1983. Paleoclimatic evidence from the Areado Formation, Cretaceous of São Francisco Basin, State of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 13, n. 4, p. 229-231.
- Taylor, M.P. 2006. Dinosaur diversity analysed by clade, age, place and year of description. In: Barrett, P.M.; Evans, S.E. (Eds.). International Symposium on Mesozoic terrestrial ecosystems and biota, 9°. *Abstracts and Proceedings*. London, UK: The Natural History Museum. p. 134–138.
- Tykoski, R.S.; Rowe, T. 2004. Ceratosauria. In: Weishampel, D.B.; Dodson, P.; Osmólska, H. (Eds.). *The Dinosauria*. 2. ed. Berkeley: University of California Press, p. 47-70.
- Ulbrich, H.H.G.H.; Gomes, C.B. Alkaline rocks from continental Brazil. *Earth-Science Reviews*, v. 17, p. 135-154.
- Valkenburgh, B.V; Molnar, R.E. 2002. Dinosaurian and mammalian predators compared. *Paleobiology*, v. 28, n. 4, 527-543.
- Vilas-Bôas, I.; Carvalho, I.S.; Medeiros, M.A.; Pontes, H. 1999. Dentes de *Carcharodontosaurus* (Dinosauria, Tyrannosauridae) do Cenomaniano, Bacia de São Luís (norte do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 71, n. 4-I, p. 846-847.
- Wagner, A. 1861. Neue Beiträge zur Kenntnis der urweltlichen Fauna des lithographischen Schiefers. V. *Compsognathus longipes* Wagner". *Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften*, v. 9, p. 30–38.

- Wang, S. C.; Dodson, P. 2006. Estimating the diversity dinosaurs. *Proceedings National Academy of Science*, v. 103, n. 37, p. 1360-13605.
- Welles, S.P.; Long, R.A. 1974. The tarsus of theropod dinosaurs. *Annals of the South African Museum*, v. 64, p. 191-218.
- Weishampel, D.B.; Dodson, P.; Osmólska, H. 2004. The Dinosauria, 2.ed. Berkeley CA, California University of California Press. 880 p.
- Wiley, E.O. 1981. *Phylogenetics*. The Theory and Practice of Systematics. New York: Wiley-Interscience. 439 p.
- Wilson, J.A.; Sereno, P.; Srivastava, S.; Bhatt, D.K.; Khosla, A.; Sahni, A. 2003. A new abelisaurid (Dinosauria, Theropoda) From the Lameta formation (Cretaceous, Maastrichtian) of Índia. *Contributions from the Museum of Paleontology. The University of Michigan*, v. 31. n. 1, p. 1-42.
- Woodward, A.S. 1907. On some fossil reptilian bones from the state of Rio Grande do Sul. *Revista do Museu Paulista*, São Paulo, v. 7, p. 137-150.
- Xu, X.; Clark, J.M.; Mo, J.; Choiniere, J.; Forster, C.A.; Erickson, G.M.; Hone, D. W.; Sullivan, C.; Eberth, D.A.; Nesbitt, S.; Zhao, Q.; Hernandez, R.; Jia, C. K.; Han, F.L.; Guo, Y. 2009. A Jurassic ceratosaur from China helps clarify avian digital homologies. *Nature*, v. 459, n.7249, p. 940- 944.
- Zaher, H.; Pol, D.; Carvalho, A.B.; Nascimento, P.M.; Riccomini, C.; Larson, P.; Juarez-Valieri, R.; Pires-Domingues, R.; Silva Jr., N. J.; Campos, D.A. 2011. A complete skull of an Early Cretaceous Sauropod and the Evolution of Advanced Tiranosaurian. *PLoS one*, v. 6, n.2, p. 1- 10.

ANEXO 1. LISTA DE TÁXONS UTILIZADOS PARA A COMPARAÇÃO

Abaixo estão listados os nomes dos táxons que foram utilizados para análise comparativa, com destaque aos espécimes preservados com membros posteriores. A comparação anatômica com os holótipos foi realizada com base em observações pessoais feitas através de visitas às Instituições/Museus (marcados com *), detalhes fotográficos e literatura.

- YPM 1930 *Allosaurus fragilis* Marsh 1877. Esqueleto completo.
- MUCPV 54 *Alvarezsaurus calvoi*(*) Bonaparte 1991. Elementos do pós-crânio, incluindo tíbia fusionada ao astrágalo e ao calcâneo, metatarsais e diversas falanges.
- MCF-PVPF 236 *Aucasaurus garridoi* (*) Coria, Chiappe e Dingus 2002. Esqueleto quase completo, incluindo grande parte do membro posterior.
- MHNM-Pt9 *Berberosaurus liassicus* Allain, Tykoski, Aquesbi, Jalil, Monbaron, Russell e Taquet 2007. Vértebra cervical. Parátipo inclui tíbia (MHNM-Pt21 e MHNM-Pt16) e fíbula (MHNM-Pt20).
- MACN-CH 894 *Carnotaurus sastrei*(*) Bonaparte 1985. Crânio e esqueleto quase completo, incluindo tíbia.
- USNM 4735 *Ceratosaurus nasicornis* Marsh 1884. Elementos do crânio e do pós-crânio, incluindo tíbia, fíbula, astrágalo, calcâneo e metatarsais.
- SGM Din-2 *Deltadromeus agilis*. Sereno, Dithell, Iarochene, Larsson, Lyon, Magwene, Sidor, Varrichhio e Wilson 1996. Fragmento do pós-crânio, incluindo tíbia, fíbula, tarsus, metatarsos e falanges.
- MUCPV 294 *Ekrixinatosaurus novasi*(*) Calvo, Rubilar-Rogers e Moreno 2004. Elementos do crânio e do pós-crânio, incluindo tíbias, astrágalo e calcâneo, fíbula, metatarsais, falanges e falange ungueal.
- MNH Gr. S.38-44 *Elaphrosaurus bambergi* Janensch 1920. Pós-crânio incompleto, faltando membros anteriores, púbis, ísquio e vértebras caudais.
- MPEF PV 3990 *Eoabelisaurus mefi*(*) Pol e Rauhut 2012. Esqueleto quase completo. Incluindo tíbia, fíbula, tarsais, metatarsais e falanges (3 ungueais).
- MUCPV-CH- 1 *Giganotosaurus carolinii*(*) Coria e Salgado 1995. Esqueleto parcialmente preservado, incluindo tíbia e fíbula.
- PVL 2566 *Herrerasaurus ischigualastensis* Reign 1963. Elementos do pós-crânio, incluindo calcâneo, astrágalo e metatarsal I e diversas falanges.

- PVPH-35 *Ilokelesia aguadagrandensis*(*) Coria e Salgado 2000. Elementos do pós-crânio, incluindo falanges pré-ungueais e falanges ungueais.
- MACN-N42 *Ligabueino andesi*(*) Bonaparte 1996. Elementos do pós-crânio, incluindo diversas falanges.
- MNHN MAJ-1 *Majungasaurus crenatissimus* Depéret 1896, Lavocat 1955, Carrano 2007. Esqueleto quase completo, faltando mãos e elementos da cintura pélvica.
- UA 6890 *Masiakasaurus knopfleri* Sampson, Carrano e Forster 2001. Fragmento do dentário. O Parátipo inclui: tíbia (FMNH PR 2112, 2118–19, 2121, 2152, 2214, UA 8685, 8687, 8710–11), tíbia com parte da fíbula e astrágalo-calcâneo (FMNH PR 2116, 2122), calcâneo (FMNH PR 2235), metatarsal II (FMNH PR 2147, 2151, 2154, 2175, 2206, UA 8683), metatarsal III (FMNH PR 2146, 2155), metatarsal IV (FMNH PR 2214, 2234), falanges (FMNH PR 2129–31, 2136, 2158–61, 2167, 2172–74, 2176, 2216–19, 2223, UA 8686, 8700, 8713–14) e ungueais (FMNH PR 2136, 2169, FMNH PR 2134–35, 2236).
- MCF PVPH 77 *Neuquenraptor argentinus* (*) Novas e Pol 2005. Esqueleto do pós-crânio, incluindo tíbia, tarsais e maior parte do pé.
- PVL 4061 *Noasaurus leali*(*) Bonaparte e Powell 1980. Fragmento de crânio e do pós-crânio, incluindo arco neural e costela cervical, metatarsal, falanges e ungueais.
- PVPH 37 *Patagonykus puertai*(*) Novas 1997. Elementos do pós-crânio, incluindo tíbias, tarsais, metatarsos e falanges.
- PVL 4073 *Piatnitzkysaurus floresi* (*) Bonaparte 1979. Fragmentos cranianos e pós-cranianos.
- MPCA-PV 100 *Quilmesaurus curriei*(*) Coria 2001. Elementos do pós-crânio, incluindo tíbia.
- GSI 21141/1-33 (Cast UMMP 9085) *Rajasaurus narmadensis*, Wilson, Sereno, Srivastava, Bhatt, Khosla e Sahni 2003. Elementos do crânio e do pós-crânio, incluindo tíbia, fíbula e metatarsais II e IV.
- MMCH-PV48 *Skorpiovenator bustingorryi*(*) Canale, Scanferla, Agnolin e Novas 2009. Esqueleto quase completo e articulado, faltando apenas os metatarsais e metade distal da cauda.
- QG/1 *Syntarsus rhodensis* Raath 1969. Esqueleto do pós-crânio, inclui tíbia, fíbula, astrágalo-calcâneo, tarsus 4, metatarsais I, II, III, IV, V e as falanges de todos os metatarsais, incluindo ungueais.

- MPEF-PV 1156 *Tyrannotitan chubutensis*(*) Novas, de Valais, Vickers-Rich e Rich 2005. Elementos do crânio e do pós-crânio. Inclui fíbula e metatarsal II. O Parátipo MPEF-PV 1157 inclui os elementos do crânio e do pós-crânio, inclui metatarsal II e três falanges.
- MCF PVPH 78 *Unenlagia comahuensis*(*) Novas e Puerta 1997. Elementos do pós-crânio. Inclui tíbia.
- MUCPv-41 *Velocisaurus unicus*(*) Bonaparte 1991. Elementos do pós-crânio. Membros posteriores incompletos.
- UNPSJB PV 612 *Xenotarsosaurus bonapartei*(*) Martínez, Gimenez, Rodríguez e Bochaty 1986. Elementos do pós-crânio inclui tíbia, fíbula e astrágalo-calcâneo.

Lista de acrônimos e a Instituição na qual o material comparativo encontra-se depositado. O símbolo (*) corresponde as Instituições que foram visitadas para a análise do holótipo.

Acrônimos	Instituição
FMNH	Field Museum of Natural History, Chicago, Estados Unidos da América
GSI	Geological Survey of India, Kolkata, Índia
GQ	Queen Victoria Museum, Salisbury, Rhodesia, Zimbabwe
*MACN	Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Buenos Aires, Argentina
*MCF	Museo Municipal Carmen Fuñes, Plaza Huincul, Argentina
MHNM	Muséum National d’Histoire Naturelle, Paris, França
*MLP	Museo de La Plata, La Plata, Argentina
*MMCH	Museu Municipal Ernesto Bachmann, Villa El Chocon, Neuquén, Argentina
MNH	Musée National du Niger, Niamey, Níger
*MPCA	Museo Provincial Carlos Ameghino, Neuquén, Cipoletti, Argentina
*MPEF	Museo Paleontologico Egidio Feruglio, Chubut, Trelew, Argentina
*MUCPV	Museo De Ciencias Naturales de la Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Lago Barreales, Argentina
*PVSJ	Museo Provincial de San Juan, San Juan, Argentina
SGM	Ministère de l’Énergie et des Mines, Rabat, Marrocos
UA	Département de Paléontologie, Université d’Antananarivo, Antananarivo, Madagascar
*UNPSJB	Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodora Rivadavia, Argentina
USNM	National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, Estados Unidos da América
YPM	Peabody Museum of Natural History, Yale University, New Haven, Estados Unidos da América

ANEXO 2. LISTA DE ABREVIATURAS

ahg – sulco horizontal anterior
apc – contato para o processo ascendente do astrágalo
asp – processo ascendente do astrágalo
clp – fossa de ligamento co-lateral
das – superfície articular distal
dg – sulco dorsal
dp – processo dorsal
f – forâmen
fa – faceta astragalar
fc – faceta para o calcâneo
ff – faceta fibular
fo – fossa
fap – faceta para o processo ascendente do astrágalo
ft– faceta tibial
hp – fossa hiper-extensora
ifis – cicatriz para a inserção do M. iliofibularis
laf – faceta articular lateral
im – crista para a inserção da membrana interossea
lm – maléolo lateral
maf – faceta articular medial
mt – metatarsal
mf – fossa medial
mm – maléolo medial
ml – maléolo lateral
mb – contraforte medial
pg – sulco proximal
phg – sulco horizontal posterior
vg – sulco ventral
vh – quilha ventral

ANEXO 3. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodologia de trabalho de campo executado pelo Laboratório de Paleontologia do Museu de Zoologia da USP.

Figura 2. Mapa geológico simplificado da Bacia Sanfranciscana.

Figura 3. Evolução paleogeográfica regional da Bacia Sanfranciscana.

Figura 4. Mapa da região de Montes Claros e Coração de Jesus .

Figura 5. Tíbia.

Figura 6. Fíbula.

Figura 7. Astrágalo e Calcâneo.

Figura 8. Metatarsal I.

Figura 9. Metatarsal II.

Figura 10. Metatarsal III.

Figura 11. Metatarsal IV.

Figura 12. Falange II-1.

Figura 13. Falange II-2.

Figura 14. Falange III-1.

Figura 15. Falange III-2.

Figura 16. Falange IV-1.

Figura 17. Falange IV-2.

Figura 18. Falange IV-3.

Figura 19. Falange IV-4.

Figura 20. Falange IV-5 (Falange Ungueal).

Figura 21. Consenso estrito das quatro árvores obtidas através da análise de parcimônia de uma matriz contendo 26 táxons e 213 caracteres (388 passos; CI=0.588; RI=0.72).

Figura 22. Cladograma mostrando os valores para o índice de Bremer dos grupos presentes na árvore de consenso.

Figura 23. Cladograma mostrando a frequência de Bootstrap para os nós obtidos a partir da árvore de consenso.

Figura 24. Comparação da largura dos metatarsais. Caráter 212 (1) e caráter 210 (1).

Figura 25. Detalhe da estrutura do maléolo lateral da tíbia. Caráter 210 (1).

Figura 26. Falange ungueal do dígito IV. Caráter 209 (1).

Figura 1. Metodologia de trabalho de campo executado pelo laboratório de Paleontologia do Museu de Zoologia da USP. (A) afloramento designado CJ1, local onde foi retirado o espécime MZSP-PV 830; (B) início do trabalho de preparação para a exposição parcial dos elementos osteológicos, evidenciando os metatarsais e a cobertura de toda a superfície com Paraloid B-72; (C) delimitação do bloco pra a confecção do pedestal; (D) primeira etapa da cobertura do bloco com gesso para retirada e transporte seguro para o laboratório (ver texto para maiores detalhes).

Figura 2. Mapa geológico simplificado da Bacia Sanfranciscana, enfatizando as principais unidades de preenchimento (modificado de Pinto e Martins-neto, 2001).

Figura 3. Evolução paleogeográfica regional da Bacia Sanfranciscana mostrando os vários estágios tectônicos formadores da Bacia (modificado de Hasui e Haralyi, 1991).

Figura 4. Mapa da região de Montes Claros e Coração de Jesus, mostrando as principais vias de acesso à região. O quadrado vermelho mostra a localização dos arredores do afloramento CJ1. (Fonte IBGE).

Figura 5. Tíbia direita de MZSP-PV 830. (A) anterior; (B) posterior; (C) lateral; (D) medial; (E) tíbia com o astrágalo e calcâneo em aposição em vista anterior; (F) tíbia com o astrágalo calcâneo em aposição em vista dorsal; e (G) extremidade articular distal da tíbia. Escala = 2 cm.

Figura 6. Fíbula direita de MZSP-PV 830. (A) anterior; (B) posterior; (C) medial; (D) lateral. Escala = 2 cm. (E) detalhe da extremidade fibular mostrando a superfície plana para a inserção da membrana interossea (im), e (F) detalhe da extremidade fibular mostrando a fossa medial. Sem escala.

Figura 7. Astrágalo e calcâneo de MZSP-PV 830. (A) astrágalo e calcâneo em aposição em vista anterior; (B) calcâneo em vista proximal; (C) astrágalo e calcâneo em aposição em vista proximal; (D) astrágalo e calcâneo em aposição em vista distal; (E) astrágalo em vista medial; (F) astrágalo em vista lateral sem a aposição do calcâneo; e (G) vista lateral do calcâneo e astrágalo em aposição. Escala = 2 cm

Figura 8. Metatarsal I direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial; e (E) distal. Escala = 0,5 cm.

Figura 9. Metatarsal II direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial; e (E) distal. Escala = 1 cm.

Figura 10. Metatarsal III direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial. Escala = 5 cm. (E) proximal e (F) distal. Escala = 1 cm.

Figura 11. Metatarsal IV direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial. Escala = 5 cm. (E) proximal. Escala = 1 cm.

Figura 12. Falange 1 do dígito II direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial. Escala= 2 cm. (E) proximal e (F) distal. Escala = 1 cm.

Figura 13. Falange 2 do dígito II direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial, (E) proximal e (F) distal. Escala = 1 cm.

Figura 14. Falange 1 do dígito III direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial; (E) proximal; e (F) distal. Escala = 1 cm.

Figura 15. Falange 2 do dígito III direito de MZSP- PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial; (E) proximal; e (F) distal. Escala = 1 cm.

Figura 16. Falange 1 do dígito IV direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial; (E) proximal mostrando somente a face lateral margeada pela crista soerguida; e (F) distal. Escala = 1 cm.

Figura 17. Falange 2 do dígito IV direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial; (E) proximal; e (F) distal. Escala = 1 cm.

Figura 18. Falange 3 do dígito IV direito de MZSP- PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial; (E) proximal; e (F) distal. Escala = 1 cm.

Figura 19. Falange 4 do dígito IV direito de MZSP-PV 830. (A) dorsal; (B) ventral; (C) lateral; (D) medial; (E) proximal; e (F) distal. Escala = 1 cm.

Figura 20. Falange 1 do dígito IV direito de MZUSP-PV 830: (A) dorsal e ventral; (B) lateral e medial; (C) proximal e distal. Escala = 1 cm.

Figura 21. Consenso estrito das quatro árvores obtidas através da análise de parcimônia de uma matriz contendo 26 táxons terminais e 213 caracteres (388 passos; CI = 0.588; RI = 0.720). Os nomes dos clados mais relevantes estão citados em vermelho na figura.

Figura 22. Cladograma mostrando os valores para o índice de Bremer dos grupos presentes na árvore de consenso. Nenhum clado referente aos Abelisauroidea aparece sustentado por um índice de Bremer superior a 1.

Figura 23. Cladograma mostrando a frequência de Bootstrap para os nós obtidos a partir da árvore de consenso. Nenhum clado referente aos Abelisauroidea recebeu valor mínimo de suporte (<70%). Ver discussão filogenética para mais detalhes.

Figura 24. Comparação da largura dos metatarsais. É possível verificar que os metatarsais II e IV apresentam largura reduzida em comparação ao metatarsal III caráter 200 (1). Apesar da falta de preservação total do metatarsal II é possível inferir a porção da diáfise mais estreita do que nos metatarsos III e IV caráter 212 (1).

Figura 25. Detalhe da estrutura do maléolo lateral da tíbia, caráter 210 (1). Escala = 0,5cm

Figura 26. Falange ungueal do dígito IV indicando a borda dorsal e ventral do sulco vascular que divergem mais proximalmente. Caráter 209 (1). Escala = 0,5 cm.

ANEXO 4. LISTA DE CARACTERES

- Caráter 1. Superfície externa da maxila e do nasal: lisa (0); esculpida (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 2. Superfície externa do pós-orbital, lacrimal e jugal: lisa (0); esculpida (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 3. Processo maxilar da pré-maxila: bem-desenvolvido (0); reduzido a um triângulo curto (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 4. Forame subnarial: fechado (0); reduzido/aberto dorsalmente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 5. Razão altura/comprimento da pré-maxila ventral à narina externa: 0,5-2,0 (0); > 2,0 (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 6. Proporções/presença do ramo anterior da maxila: ausente (0); longa anteroposteriormente (1); alta e obtusa (2) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 7. Processo ascendente da maxila: direcionado posterodorsalmente, com margem anterior convexa e margem posterior côncava (0); ou subvertical, com margem anterior e posterior reta (1) (modificado de Bonaparte e Novas 1985 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 8. Extensão do processo ascendente da maxila: grande, chegando posteriormente à mais de metade do comprimento da maxila (0); redução posterodorsal e termina bem antes da metade do comprimento da maxila (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 9. Faceta para articulação nasal na maxila: estreita e anterolateral (0); com soquete e lateral (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 10. Processo palatino da maxila: longo e com crista (0); curto e retangular (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 11. Borda anteroventral da fenestra antorbital: “em passos” (0); demarcada por uma crista soerguida (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 12. Fossa antorbital: estende-se para a margem anterior do processo ascendente, pelo menos em sua parte dorsal (0); separado da margem anterior do processo ascendente por uma crista, mas cobre mais da metade do comprimento ântero-posterior do processo ascendente (1); fortemente reduzido e cobre menos da metade do comprimento ântero-posterior do processo ascendente (2). Caráter ordenado (modificado de Canale *et al.* 2009, C 15).
- Caráter 13. Porção ventral da fossa antorbital na maxila: presente (0); ausente (1) (Carrano e Sampson 2008).

- Caráter 14. Comprimento anteroposterior do contato maxila-jugal relativo ao comprimento total da maxila: menos que 40% (0); mais que 40% (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 15. Inclinação do contato maxila-jugal: baixo, menos do que 45° horizontal (0); com “degrau”, mais do que 45° horizontal (1) (Canale *et al.* 2009).
- Caráter 16. Contato nasal-nasal nos adultos: separado (0); parcialmente ou totalmente fusionado (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 17. Fileira de forame na superfície dorsal do nasal: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 18. Margem posterior da narina: com fossa (0); em forma de capuz e aberto lateralmente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 19. Localização do contato nasal-frontal relativo ao ponto mais alto da órbita: anterior (0); direcionada para cima (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 20. Condição do pré-frontal nos adultos: separado (0); parcial ou completamente fusionado (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 21. Frontais: não fusionados (0); fusionados (1) (Canale *et al.*, 2009).
- Caráter 22. Contato frontal-parietal nos adultos: separados (0); fusionados (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 23. Espessura dorsoventral do teto do crânio: fina, relativamente achatado (0); espessa (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 24. Ornamentação do teto do crânio: nenhuma (0); presente na linha mediana (1); presente nas laterais (2) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 25. Arranjo dos ossos ao longo da margem dorsal da órbita: pós-orbital e lacrimal separados pelo frontal, que forma parte da margem orbital (0); contato entre o pós-orbital e o lacrimal, excluindo o frontal da margem orbital (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 26. Pequena fenestra localizada entre os ossos pré-frontal, frontal, pós-orbital e lacrimal: ausente (0); presente (1) (Serenio *et al.* 2004; Canale *et al.* 2009).
- Caráter 27. Projeção dorsal em forma de protuberância nos ossos parietal e supra-occipital: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 28. Desenvolvimento da “faceta” parietal mediana no crânio: achatada e larga (0); estreita, com crista sagital (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 29. Tamanho e elevação da “cunha” nugal e das asas do parietal: moderado (0); alto e expandido (1) (Carrano e Sampson 2008).

- Caráter 30. Tamanho da fenestra infratemporal: subigual ou menor que o tamanho da órbita (1); mais larga que a órbita, sendo expandida ventralmente (0) (modificado de Rauhut, 2003 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 31. Flange suborbital do osso pós-orbital: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 32. Comprimento anteroposterior relativo à altura do osso pós-orbital: marcadamente menor (0); igual ou maior (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 33. Comprimento do processo posterior do osso pós-orbital: bem menos que a metade do processo anterior (0); mais do que a metade, entretanto menor que o processo anterior (1); maior que o processo anterior (2). Caráter ordenado. (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012)
- Caráter 34. Orientação do limite posterior do osso pós-orbital: vertical (0); inclinação anteroventral (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 35. Forma do processo jugal do pós-orbital: início da faceta jugal com torção na margem posterior (0); faceta jugal contínua com a margem posterior da parte dorsal do pós-orbital (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 36. Margem anterior do processo ventral do pós-orbital reta ou ligeiramente côncava (0); fortemente côncava (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 37. Margem posterior do processo ventral do pós-orbital: convexa pelo menos em sua parte dorsal, (0); reta e levemente côncava (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 38. Forma distendida e volumosa da margem dorsal do pós-orbital: ausente (0); presente (1) (Canale *et al.* 2009).
- Caráter 39. Depressão lateral na parte distal à junção dos processos pós-orbitais: presente (0); ausente, (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 40. Morfologia da porção anteroventral do processo ventral do pós-orbital: confluyente com o restante do processo (0); presença de fossa e degrau (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 41. Morfologia do contato entre o pós-orbital e a porção mais dorsal do esquamosal: liso (0); com protuberâncias (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 42. Ângulo entre a margem dorsal do arco temporal superior e a porção mais dorsal do teto craniano: menos de 45 °(0); mais de 45 °(1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).

- Caráter 43. Limite do contato entre os ossos pós-orbital e esquamosal em vista lateral: limite visível (0); limite coberto por expansão dérmica (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 44. Processo anterior do lacrimal: inclui a fossa e a margem pós-orbital (0); apenas a fossa pós-orbital (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 45. Fossa lacrimal: exposta lateralmente (0); cobertos por ossificação dérmica (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 46. Processo suborbital do lacrimal: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 47. Morfologia do lacrimal ao longo da margem dorsal da órbita: achatada (0); saliente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 48. Constrição do ramo ventral do lacrimal: presente (0); ausente (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 49. Forma da expansão posterior da parte ventral do lacrimal: presente com a parte ventral da margem posterior do lacrimal côncava (0); fortemente reduzida ou ausente e a parte ventral da margem posterior do lacrimal reta ou ligeiramente convexa (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 50. Morfologia do contato maxila-jugal: fenda ou sulco (0); lateral (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 51. Morfologia da articulação jugal-lacrimal: simples (0); sobreposta (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 52. Altura mínima do jugal abaixo da órbita: um terço ou menos da altura da órbita (0); metade ou mais a altura da órbita (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 53. Margem ventral da metade posterior do jugal: convexa ou apenas ligeiramente, (0); fortemente convexa (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 54. Comprimento relativo dos dentes jugal mais posteriores: dente superior mais curto que os inferiores (0); dentes superiores e inferiores semelhantes em comprimento (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 55. Contribuição do esquamosal na crista nugal: ausente ou mínima (0); presente e larga (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 56. Flange do esquamosal: envolve a cabeça do quadrado (0); termina posteriormente à cabeça do quadrado (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 57. Proporções dorsoventrais do quadradojugal para o jugal: estreita (0); profunda (1) (Carrano e Sampson 2008).

- Caráter 58. Sobreposição do quadradojugal na porção posterior do quadrado: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 59. Quadrado e quadradojugal: separado (0); fusionado (1) (Bonaparte 1991; Canale *et al.* 2009).
- Caráter 60. Forame quadrado: presente (0); ausente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 61. Ossificação da região interorbital: fraca ou ausente (0); extensa (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 62. Morfologia do forame trigêmeo: simples (0); parcialmente ou totalmente dividido (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 63. Abertura do canal do nervo vago: através do otoccipital (0), no occipital (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 64. Profundidade da reentrância do basisfenóide: raso (0); profundo (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 65. Formato da abertura para o processo do basisfenóide: ovóide (0); em forma de “gota de lágrima” (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 66. Profundidade do entalhe entre o tubérculo basal e o processo basisfenóide: fenda profunda (0); fenda rasa (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 67. Fossa ventral medial para o côndilo occipital: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 68. Tamanho do sulco dorsal no côndilo occipital: largo (0); estreito (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 69. Orientação da sutura basioccipital-basisfenóide: oblíqua (0); horizontal (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 70. Profundidade da crista mediana no supra-occipital: menor que a largura (0); maior que a largura (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 71. Morfologia do processo jugal no palatino: processo jugal afilado e palatino trirradiado (0); processo jugal expandido e palatino tetrarradiado (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 72. Bolsa no flange ectopterigóide do pterigóide: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 73. Formato da articulação do pterigóide com o processo basipterigóide: em forma de aba (0); acuminado (1) (Carrano e Sampson 2008).

- Caráter 74. Arranjo dos processos jugal e pterigóide do ectopterigóide: oblíquo (0); paralelo (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 75. Proporções do ectopterigóide: grácil (0); robusto (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 76. Escavação ventral no ectopterigóide: ausente (0); em fossa (1); em sulco (2) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 77. Tamanho da fenestra mandibular externa: pequena à moderada (0); grande (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 78. Posição da extremidade anterior da fenestra mandibular externa relativa ao último dente do dentário: posterior (0); ventral (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 79. Crista horizontal na superfície lateral do suprangular abaixo da junta mandibular: fraca a moderada (0); forte (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 80. Contorno do limite posterior do esplenial: reto (0); curvado ou fendido (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 81. Dentes na extremidade anterior do esplenial: um (0); dois (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 82. Morfologia da articulação dentário-surangular bem acima da fenestra mandibular: pequena e em fenda (0); largo e em soquete (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 83. Formato dos ramos articulares do dentário em vista dorsal: em forma de “V” (0); em forma de “U” (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 84. Margem ventral do dentário: em linha reta ou apenas ligeiramente convexa (0); fortemente convexa ântero-posterior (1) (Canale *et al.* 2009).
- Caráter 85. Posição do sulco lateral do dentário: na região mediana ou acima (0); na porção ventral (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 86. Posição da extremidade posterior do processo póstero-ventral do dentário relativa à extremidade posterior do processo posterodorsal: alongado posteriormente (0); direcionado ventral (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 87. Arranjo das carenas dos dentes pré-maxilares: quase simétricas, em ambos os lados (0); mais assimétricas na face lingual (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 88. Número de dentes maxilares: mais do que 12 (0); 12 ou menos (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 89. Curvatura do dente: curvado substancialmente nos perfis mesial e distal com ápice posicionado distal ao perfil distal (0); ápice posicionado centralmente; perfil

mesial apresenta forte curvatura; perfil distal é reta ou ligeiramente curvado (1) (modificado de Smith 2007; Canale *et al.* 2009).

Caráter 90. Textura da superfície das lâminas para-dentais: lisa (0); verticalmente estriada (1) (Carrano e Sampson 2008).

Caráter 91. Visibilidade das lâminas para-dentais em vista medial: expostas (0); obscurecidas (1) (Carrano e Sampson 2008).

Caráter 92. Sulco medial nas lâminas para-dentais expondo os dentes de reposição: presente (0); ausente (1) (Carrano e Sampson 2008).

Caráter 93. Diferença de tamanho entre os dentes do pré-maxilar e maxilar: ausente (0); pronunciada (1) (Rauhut 2004).

Caráter 94. Achatamento transversal dos dentes maxilares laterais: moderado (0); extremo (1) (Rauhut 2004).

Caráter 95. Tamanho do maior dente maxilar em relação à altura do dentário: menor (0); maior (1) (Rauhut 2004).

Caráter 96. Pneumatização do arco neural: moderada (0); extrema (1) (Carrano e Sampson 2008).

Caráter 97. Estrutura interna das vértebras pré-sacrais: sólida (0); “camerate” (1); “camellate” (2) (Carrano e Sampson 2008).

Caráter 98. Epipófise do atlas: curto e triangular no contorno lateral (0); fortemente alongada e haste (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).

Caráter 99. Comprimento das epipófises axiais: moderado (0); longo (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).

Caráter 100. Morfologia da lâmina espino-pós-zigapofiseal: fracamente côncava (0); profundamente invaginada (1) (Carrano e Sampson 2008).

Caráter 101. Desenvolvimento das diapófises axiais: discreto (0); proeminente (1) (Carrano e Sampson 2008).

Caráter 102. Pleuroceles axiais: ausentes (0); presentes (1) (Carrano e Sampson 2008).

Caráter 103. Lâmina no eixo pós-zigadiapófisal: ausente (0); presente (1) (Canale *et al.* 2009).

Caráter 104. Pleurocele posterior nas vértebras pré-sacrais pós-axiais: ausente (0); apenas fossa (1); fossa com forame pneumático (2) (Carrano e Sampson 2008).

Caráter 105. Superfície articular anterior da vértebra cervical pós-axial: côncava (0), plano (1); convexa (2) (Carrano e Sampson 2008).

- Caráter 106. Demarcação da superfície dorsal do arco neural a partir da superfície diapófisal nas vértebras cervicais anteriores: inclinação suave (0); crista (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 107. Relação entre largura e altura das vértebras medial mais anterior e posterior central: menos de 1,3. (0); mais de 1,3. (1) (modificado de Rauhut 2003 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 108. Posição anteroposterior das espinhas neurais cervicais: metade posterior do centro (0); metade anterior do centro (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 109. Quilha ventral nas cervicais mais anteriores: presente (0); indistinta ou ausente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 110. Projeções anteriores nas epipófises cervicais pós-axiais: ausentes (0); presentes (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 111. Desenvolvimento das fossas pré- e pós-espinhais nas vértebras cervicais pós-axiais: estreita (0); larga (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 112. Pós-zigapófises nas vértebras cervicais mediais: colocado pelo menos parcialmente sobre a extremidade posterior do arco neural pedículo e não sobrepor a posterior centrum (0); posterior ao arco neural pedículo e pende sobre a posterior centrum (1) (modificado de Carrano *et al.*, 2002; Canale *et al.* 2009).
- Caráter 113. Posição das zigapófises cervicais: próximas à linha mediana (0); dispostas mais lateralmente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 114. Morfologia das epipófises cervicais anteriores: baixas (0); longas e finas (1); longas e robustas (2) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 115. Razão comprimento/altura dos centro das vértebras médio-cervicais: menor que 3 (0); maior que 3 (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 116. Altura dos espinhos neurais cervicais pós-axiais: moderada ou alta (0); curta (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 117. Lâmina pós-zigodiapófisal das vértebras cervicais mediais: presente e liga o diapófise com o pós-zigapófise (0); reduzida, indicada por uma crista baixa (1) (modificado de Canale *et al.* 2009).
- Caráter 118. Fossa acessória na superfície dorsal dos processos transversos cervicais pós-axiais: presente (0); ausentes (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 119. Formato dos processos transversos das vértebras dorsais em vista dorsal: retangular (0); triangular (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 120. Altura das parapófises dorsal: ligeiramente elevadas a partir do centro (0); projetadas mais lateralmente (1) (Carrano e Sampson 2008).

- Caráter 121. Lâmina paradiapófiseal: ausente ou fraca (0); pronunciada (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 122. Razão do comprimento do centro vertebral dorsal relativo à altura: maior que 2 (0); menor que 2 (modificado de Rauhut 2003 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 123. Número de vértebras sacrais: duas (0); cinco [uma dorso-sacral e duas caudo-sacrais] (1); seis [duas dorso-sacrais e duas caudo-sacrais] (2) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 124. Dimensões transversais dos centros das vértebras médio-sacrais relativo às outras sacrais: equivalentes (0); constrictas (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 125. Orientação da margem ventral dos centros médio-sacrais: horizontal (0); arqueada (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 126. Limite dorsal das espinhas neurais sacrais: tão fina quanto o restante da espinha (0); espessada (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 127. Condição das espinhas neurais sacrais nos adultos: separadas (0); fusionadas (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 128. Pneumatização das espinhas neurais sacrais: fraca ou ausente (0); bem desenvolvida (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 129. Morfologia das espinhas neurais caudais mais anteriores: em forma de “folha” (0); em forma de “bastão” (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 130. Sulco longitudinal ventral nas vértebras caudais anterior: presente (0), ausente (1) (modificado de Rauhut 2003 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 131. Lâminas centro diapófiseal das vértebras caudais medio-anteriores: ausente (0); presente como cumes baixos e arredondados (1) (Rauhut *et al.* 2003).
- Caráter 132. Proporções da base do arco neural caudal anterior relativa às proporções do centro: menores (0); iguais ou maiores (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 133. Articulação hipofene-hipantro nas vértebras anteriores à medio caudal: ausente (0); presente (1) (Canale *et al.* 2009)
- Caráter 134. Morfologia distal dos processos transversos anteriores e médio-caudais: afilados (0); anteroposteriormente expandidos (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 135. Processo anterior na extremidade distal dos processos transversais das vértebras: anterior a mediana da cauda: ausente (0), presente (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).

- Caráter 136. Espinhos neurais da porção mediana caudal: inclinada posteriormente (0); retangular e do tipo folha (1); anteroposterior curta e vertical (2) (Rauhut. 2003).
- Caráter 137. Comprimento proximodistal dos processos transversais das vértebras caudais anteriores: menos de 1,4 (0), pouco mais de 1,4 (1) de 1,4 vezes o comprimento do caudal centra (2) (Rauhut *et al.* 2003).
- Caráter 138. Contato entre as vértebras cervicais e as costelas cervicais nos adultos: separados (0); fusionados (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 139. Processo em forma de “asa” na base das hastes das costelas cervicais mais anteriores: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 140. Hastes das costelas cervicais bifurcadas: ausentes (0); presentes (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 141. Largura relativa da cintura escapular: larga, maior que duas vezes a profundidade do glenóide (0); estreita, menor que duas vezes a profundidade do glenóide (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 142. Expansão distal da escápula: presente (0); ausente (1) (Gauthier 1986).
- Caráter 143. Largura relativa da lâmina da cintura escapular: largo, mais do que duas vezes a profundidade da glenóide (0), estreitas, menos do que duas vezes a profundidade da glenóide (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 144. Desenvolvimento do processo póstero-ventral no coracóide: moderado (0); pronunciado (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 145. Espaçamento entre o glenóide e o processo postero-ventral do coracóide: moderado (0); fechado (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 146. Tamanho do coracóide: raso (0); muito profundo (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 147. Formato da cabeça do úmero: alongada (0); globular (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 148. Formato dos côndilos distais umerais: arredondados (0); achatados (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 149. Disposição do tubérculo umeral maior relativa à tuberosidade interna: proximal (0); distal (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 150. Forma do úmero em vista lateral: em “S” (0); em linha reta (1) (Rauhut 2003).
- Caráter 151. Torção longitudinal da haste umeral: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).

- Caráter 152. Tamanho da crista deltopeitoral: proeminente (0); baixo (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 153. Comprimento do úmero relativo ao comprimento do fêmur: maior que um terço (0); menor que um terço (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 154. Comprimento do rádio: maior (0) ou igual ou inferior à metade do comprimento do úmero (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 155. Superfície articular distal do rádio: plana ou levemente côncava (0); fortemente convexa (1) (modificado de Canale *et al.* 2009).
- Caráter 156. Razão entre o comprimento de dois metacarpos e comprimento do úmero: mais de 20% (0), entre 20% e 15% (1), inferior a 15% (2). Caráter ordenado. (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 157. Expansão ventro-lateral do côndilo lateral distal do Metacarpo II: presente (0), ausente (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 158. Metacarpo IV: largura delgada no eixo médio inferior à metade da largura do eixo médio do metacarpo II (0); largura robusto mais do que metade dos metacarpo II (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 159. Comprimento relativo das falanges mais longas das mãos: maior que duas vezes a largura (0); menor que duas vezes a largura (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 160. Constrição do pescoço entre as extremidades articulares das falanges manuais: presente (0), ausente (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 161. Superfície articular distal das falanges manuais proximais: gínglmos bem desenvolvida e côndilos separados por entalhe profundo (0); gínglmo reduzido e entalhe fraco ou ausente (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 162. Desenvolvimento e curvatura da ungueal manual: bem desenvolvidos e altamente recurvados com extremidade distal ventralmente desviado formando um ângulo de pelo menos 90 graus em relação à superfície articular proximal (0), ou está ausente ou reduzida em tamanho e reto (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 163. Contatos entre os elementos pélvicos nos adultos: separados (0); fusionados (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 164. Proporção do comprimento do fêmur com o comprimento do ílio: mais do que 1,3 (0); menor que 1,1 (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 165. Largura posterior da *fossa brevis ilíaca*: sub-igual à largura anterior (0); duas vezes a largura anterior (1) (Carrano e Sampson 2008).

- Caráter 166. Morfologia da lateral ilíaca entre a crista supra-acetabular: fossa rasa (0); contínuo (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 167. Margem anterior do ílio: anterior ou anterodorsalmente (0); anteroventralmente (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 168. Formato da margem posterior do processo pós-acetabular do ílio: convexa (0); ondulada (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 169. Formato da margem dorsal da lamina central do ílio: convexa (0); reta (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 170. Tamanhos relativos da articulação ilíaco-isquial: sub-iguais (0); maior (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 171. Comprimento relativo proximodistal de pedúnculo púbico e ísquio: pedúnculo púbico consideravelmente maior do que pedúnculo isquiático (0); pedúnculos subiguais, ou pedúnculo isquiático mais longo (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 172. Orientação do pedúnculo isquiático no ílio: posteroventralmente inclinado (0); vertical (1) (Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 173. Formato da margem anterior do processo pré-acetabular do ílio: arredondado (0); ondulado (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 174. Lobo anteroventral do processo pré-acetabular do ílio: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 175. Contato entre os ápices púbicos: separados (0); contatados (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 176. Morfologia do contato entre o púbis e o ílio: planar (0); soquete (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 177. Morfologia da superfície dorsal da “bota” púbica à linha mediana: convexa (0); côncava (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 178. Fenda ventral para o processo obturador no ísquio: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 179. Morfologia do ísquio distal: arredondado, separado (0); expandido (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 180. Morfologia do contato entre o ísquio e o ílio: planar (0) soquete (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 181. Proporções dos ossos dos membros: moderadas a gráceis (0); robustas (1) (Carrano e Sampson 2008).

- Caráter 182. Dimorfismo na morfologia do membro posterior: ausente (0); presente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 183. IV do trocânter do fêmur: desenvolvido como um flange ou crista elevada (0); reduzida a uma crista baixa (1) (Bonaparte 1991; Canale *et al.* 2009).
- Caráter 184. Morfologia das inserções do músculo anterolateral no fêmur proximal: crista trocantérica contínua (0); trocânter menor e saliência de inserção (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 185. Desenvolvimento do epicôndilo medial do fêmur: arredondado (0); crista (1); flange longo (2) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 186. Morfologia e orientação da crista tibiofibular: estreita e longitudinal (0); ampla e oblíqua (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 187. Extremidade distal da crista cnemial: subigual ou menor à largura do eixo proximodistal (0); expandida proximodistalmente (1) (modificado de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 188. Expansão da crista cnemial (medida a partir do nível do eixo tibial): razão comprimento tibial / crista cnemial > 6,5 (0); inferior a 6,5 (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 189. Morfologia da tíbia distal em vista distal: arredondada (0); alongada mediolateralmente (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 190. Face anterior da extremidade distal da tíbia: com bem marcado, demarcando a borda do processo ascendente do astrágalo (0), plano (1) (Rauhut, 2003).
- Caráter 191. Desenvolvimento da fossa fibular em aspecto medial da fíbula proximal: sulco posterior (0); fossa aberta posteriormente (1); fossa aberta medialmente (2) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 192. Tamanho do tubérculo iliofibular na fíbula: moderado (0); grande (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 193. Contato entre a fíbula e o processo ascendente do astrágalo nos adultos: separado (0); fusionado (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 194. Morfologia do processo ascendente do astrágalo: em bloco (0); laminar (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 195. Orientação dos côndilos astragalar distal: ventral (0); 10-30° anterior (1); 30-45° anterior (2). Caráter ordenado (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 196. Sulco horizontal através da face anterior do côndilo astragalar: ausente ou indistinto (0); pronunciado (1) (Carrano e Sampson 2008)

- Caráter 197. Contato entre o astrágalo e o calcâneo nos adultos: separados (0); fusionados (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 198. Desenvolvimento da superfície articular astragalar para a extremidade distal da fíbula: grande e dorsal (0); reduzida e lateral (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 199. Altura do processo ascendente do astrágalo relativa à profundidade do corpo astragalar: menor ou igual (0); maior (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 200. Largura do metatarsal II relativa às larguras dos metatarsais III e IV: subigual (0); reduzida (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 201. Superfície articular proximal do metatarso II: sub-igual em largura dos metatarsais de III e IV, e (0), dois terços ou menos a largura de metatarsais III ou IV (1) (modificado do caráter 148 de Carrano e Sampson 2008 por Pol e Rauhut 2012).
- Caráter 202. Extremidade distal do metatarso IV: côndilo medial fortemente assimétrico, muito mais amplo e mais expandido distalmente do que o côndilo lateral (0); mais simétrico que os côndilos (1) (modificado de Canale *et al.* 2009 por Pol e Rauhut, 2012).
- Caráter 203. Morfologia dos sulcos laterais e mediais nas ungueais do pé: simples (0); dupla (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 204. Simetria mediolateral da ungueal do dígito II do pé: simétrica (0); assimétrica (1) (Carrano e Sampson 2008).
- Caráter 205. Superfície ventral da falange ungueais do pé; com um tubérculo flexor bem desenvolvido e geralmente plano (0), ou sem flexor tubérculo e com uma depressão ventral, na sua extremidade proximal (1) (Novas *et al.* 2005; Canale *et al.* 2009).
- Caráter 206. Comprimento das falanges 1 + 2 do dígito I do pé relativo ao comprimento da falange 1 do dígito III: maior (0); menor ou igual (1) (Carrano e Sampson 2008).

CARACTERES ADICIONADOS

- Caráter 207. Forma do processo ascendente do astrágalo: subtriangular (0); subrectangular (1) (Carrano *et al.* 2002).
- Caráter 208. Falange ungueal com sulco profundo e estreito ou com superfície ventral escavada: (0) ausente, ou (1) presente (Novas e Bandyopadhyay, 2001)
- Caráter 209. Borda ventral e dorsal do sulco vascular: subparalelos ao longo de seu comprimento (0), ou diverge proximalmente (1) (Novas e Bandyopadhyay, 2001)
- Caráter 210. Maléolo tibial lateral: lobular (0) ou tabular (1) (Holtz *et al.*, 2004).

Caráter 211. Fossa externa arredondada na base do processo ascendente do astrágalo: ausente (0); presente (1) (Holtz, 1994).

Caráter 212. Largura da diáfise dos metatarsais II e IV semelhantes e mais estreito do que o metatarso III (0) ou metatarso II apresenta a porção da diáfise estreita do que os metatarsos III e IV (1) (Holtz *et al.*, 2004).

Caráter 213. Metatarsal I: presente (0); ausente (1) (Holtz *et al.*, 2004).

ANEXO 5. LISTA DE APOMORFIAS POR CLADO

Lista dos estados de caracteres otimizados como apomorfias para cada clado e seu índice de consistência e série de transformação. Os números dos nós se referem à Figura 21. Os nomes foram adicionados para os nós que representam os nomes do clados usados amplamente. As mudanças de estados e os índices de consistência de cada caráter são dados entre parênteses.

Syntarsus

- Caráter 11: (0 → 1) Borda anteroventral da fenestra antorbital (0.333)
- Caráter 104: (0 → 1) Pleurocele posterior nas vértebras pré-sacrais (0.666)
- Caráter 114: (0 → 1) Morfologia das epipófises cervicais anteriores (0.400)
- Caráter 116: (0 → 1) Altura das espinhas neurais cervicais pós-axiais (0.333)
- Caráter 117: (0 → 1) Lâmina pós-zigapofisal da vértebra cervical medial (0.250)
- Caráter 122: (1 → 0) Razão do comprimento altura do centro vertebral (0.333)
- Caráter 145: (0 → 1) Espaçamento entre a fossa glenóide e o processo posteroventral do coracóide (0.333)
- Caráter 168: (0 → 1) Formato da margem posterior do processo pós-acetabular do ílio (0.333)
- Caráter 169: (0 → 1) Formato da margem dorsal do processo pós-acetabular do ílio (0.333)
- Caráter 170: (0 → 1) Comprimento relativo da parte próximo-distal do pendúnculo púbico e ísquio (0.500)
- Caráter 186: (0 → 1) Morfologia e orientação da crista tíbio-fibular (0.500)
- Caráter 193: (0 → 1) Contato entre a fíbula e o processo ascendente do astrágalo nos adultos (0.500)
- Caráter 201: (0 → 1) Superfície articular proximal do metatarso II (0.500)
- Caráter 210: (0 → 1) Maléolo tibial lateral (0.333)

Allosaurus

- Caráter 25: (0 → 1) Arranjos dos ossos ao longo da margem dorsal da orbital (0.500)
- Caráter 38: (0 → 1) Margem dorsal do pós-orbital fortemente inflado e volumoso (0.500)
- Caráter 105: (0 → 2) Superfície articular anterior das vértebras cervicais pós axiais (0.666)
- Caráter 107: (0 → 1) Relação entre largura e altura da vértebra anterior mais medial e posterior (0.025)
- Caráter 146: (1 → 0) Tamanho do coracóide (0.333)
- Caráter 194: (1 → 2) Orientação do côndilo astragalar (1)

Abelisaurus

- Caráter 33: (0 → 1) Comprimento do processo posterior do pós-orbital (0.500)
- Caráter 37: (0 → 1) Margem posterior do processo ventral do pós-orbital (0.500)
- Caráter 41: (0 → 1) Morfologia do contato entre o pós-orbital e o esquamosal (0.500)
- Caráter 62: (1 → 0) Ossificação da região inter-orbital (0.500)

Aucasaurus

- Caráter 31: (1 → 0) Flange suborbital pós-orbital (1)

Berberosaurus

Caráter 191: (2 → 1) Desenvolvimento da fossa fibular em aspecto medial da fíbula (0.666)

Carnotaurus

Caráter 145: (0 → 1) Espaço entre a fossa glenóide e do processo posteroventral do coracóide (0.333)

Ceratosaurus

Caráter 84: (0 → 1) Margem ventral do dentário (0.500)

Ekrixinatosaurus

Caráter 109: (1 → 0) Quilha ventral nas cervicais anteriores (0.333)

Caráter 209: (1 → 0) Borda ventral e dorsal do sulco vascular nas falanges ungueais (0.500)

Elaphrosaurus

Caráter 185: (1 → 0) Desenvolvimento do epicôndilo medial do fêmur (0.500)

Eoabelisaurus

Caráter 22: (0 → 1) Contato frontal-parietal nos adultos (0.500)

Caráter 37: (0 → 1) Margem posterior do processo ventral do pós-orbital (0.333)

Caráter 40: (0 → 1) Morfologia da porção anteroventral do processo ventral do pós-orbital (0.500)

Caráter 117: (0 → 1) Lâmina pós-zigodiapófisal vértebras cervicais mediais (0.250)

Caráter 134: (0 → 1) Morfologia distal dos processos transversos anteriores e médio-caudais (0.500)

Caráter 148: (1 → 0) Formato dos côndilos umerais (1)

Ilokelesia (Algumas árvores)

Caráter 34: (1 → 0) Orientação do limite posterior do pós-orbital (0.500)

Caráter 37: (0 → 1) Margem posterior do processo ventral do pós-orbital (0.500)

Caráter 39: (1 → 0) Depressão lateral na parte distal á junção dos processos postorbital (0.500)

Caráter 107: (1 → 0) Relação entre largura e altura da vértebra anterior medial e posterior central (0.500)

Limusaurus

Caráter 108: (0 → 1) Posição anteroposterior das espinhas neurais cervicais (0.500)

Caráter 148: (1 → 0) Formato dos côndilos umerais distais (0.333)

Caráter 151: (1 → 0) Torção longitudinal da haste umeral (1)

Caráter 174: (1 → 0) Lobo anteroventral do processo pré-acetabular do ílio (0.500)

Caráter 179: (1 → 0) Morfologia do parte distal do ísquio (0.500)

Noasaurus

Caráter 110: (0 → 1) Protuberâncias anteriores nas epipófises cervicais pós-axiais (0.500)

Rajasaurus

Caráter 125: (1 → 0) Orientação da margem ventral do centro das vértebras médio-sacrais (0.500)

Caráter 166: (1 → 0) Margem anterior do ílio (0.333)

Caráter 202: (1 → 0) Extremidade distal do metatarso IV (0.333)

Rugops

Caráter 26: (0 → 1) Pequena fenestra localizado entre os ossos pré-frontal, frontal, pós-orbital e lacrimal (0.500)

Caráter 17: (0 → 1) Lâmina pós-zigodiapófisal vértebras cervicais medial (0.500)

Skorpiovenator

Caráter 168: (1 → 0) Formato da margem posterior do processo pós-acetabular do ílio (0.333)

Spinostropheus

Caráter 121: (0 → 1) Lâmina paradiapófiseal (0.333)

Velocisaurus

Caráter 211: (1 → 0) Fossa externa arredondada na base do processo ascendente do astrágalo (0.333)

MZSP-PV 830

Caráter 210: (0 → 1) Maléolo tibial lateral (0.333)

Node 28 (Neotheropoda)

Caráter 33: (1 → 2) Comprimento do processo posterior do postorbital (0.500)

Caráter 62: (0 → 1) Morfologia do forame do trigêmeo (0.500)

Caráter 63: (0 → 1) Abertura do canal do vago (1)

Caráter 64: (0 → 1) Proporção do comprimento do fêmur com o comprimento do ílio (1)

Caráter 71: (0 → 1) Morfologia do processo jugal do palatino (1)

Caráter 72: (0 → 1) Bolsa no flange ectopterigóide do pterigóide (1)

Caráter 74: (0 → 1) Orientação dos processos jugal e pterigóide do ectopterigóide (1)

Caráter 79: (0 → 1) Crista horizontal na superfície lateral do suprangular abaixo da junta mandibular (1)

Caráter 80: (0 → 1) Contorno do limite posterior do esplênico (2)

Caráter 87: (0 → 1) Arranjo das carenas dos dentes pré-maxilares (1)

Caráter 100: (0 → 1) Morfologia da lâmina espino-pós-zigapofiseal (1)

Caráter 151: (0 → 1) Torção longitudinal da haste umeral (0.333)

Caráter 170: (0 → 1) Tamanhos relativos da articulação ilíaco-isquial (0.500)

Caráter 174: (0 → 1) Lobo anteroventral do processo pré-acetabular do ílio (0.500)

Caráter 175: (0 → 1) Contato entre os ápices púbicos (1)

Node 29

Caráter 21: (0 → 1) Fusão dos frontais (1)

Caráter 22: (0 → 1) Contato frontal-parietal nos adultos (0.500)

Caráter 23: (0 → 1) Espessura dorsoventral do teto do crânio (1)

Caráter 29: (0 → 1) Tamanho e elevação da cunha nuchal e das asas parietais (1)

Caráter 48: (0 → 1) Construção do ramo ventral do lacrimal (1)

Node 30 (Abelisauridae)

- Caráter 1: (0 → 1) Superfície externa da maxila e do nasal (1)
Caráter 2: (0 → 1) Superfície externa do pós-orbital, lacrimal e jugal (1)
Caráter 13: (0 → 1) Porção ventral da fossa antorbital (0.333)
Caráter 20: (0 → 1) Condição do pré-frontal nos adultos (1)
Caráter 25: (0 → 1) Arranjo dos ossos ao longo da margem dorsal da órbita (0.500)
Caráter 46: (0 → 1) Processo sub-orbital do lacrimal (0.666)
Caráter 89: (0 → 1) Curvatura do dente (0.333)
Caráter 90: (0 → 1) Textura da superfície das lâminas paracentais (1)

Node 31 (Abelisauroidae)

- Caráter. 33: (2 → 0) Comprimento do processo posterior do postorbital (0.500)
Caráter 147: (0 → 1) Formato da cabeça do úmero (0.333) Caráter 168: (0 → 1)
Caráter 171: (0 → 1) Comprimento relativo proximodistal de pedúnculo púbico e ísquio (0.500)
Caráter 183: (0 → 1) Formato do quarto trocânter do fêmur (0.333)
Caráter 209: (0 → 1) Borda ventral e dorsal do sulco vascular (0.500)

Node 32

- Caráter 56: (0 → 1) Flange quadrado do esquamosal (1)
Caráter 106: (0 → 1) Demarcação da superfície dorsal do arco neural a partir da superfície diapofiseal nas vértebras cervicais anteriores (1)
Caráter 107: (0 → 1) Relação entre largura e altura da anterior média e posterior central cervical (0.500)
Caráter 116: (0 → 1) Altura das espinhas neurais cervicais pós-axiais (0.333)
Caráter 121 (0 → 1) Lâmina paradiapofiseal (0.500)
Caráter 125: (0 → 1) Orientação da margem ventral dos centros médio-sacrais (0.500)
Caráter 131: (0 → 1) Lâminas centro diapofisais das vértebras caudais medio-anterior (1)
Caráter 132: (0 → 1) Proporções da base do arco neural caudal anterior relativa às proporções do centro (1)
Caráter 158: (0 → 1) Forma do metacarpal IV (1)

Node 33

- Caráter 9: (0 → 1) Faceta para articulação nasal na maxila (1)
Caráter 30: (0 → 1) Tamanho da fenestra infratemporal (1)
Caráter 103: (0 → 1) Lâmina pós-zigadiapofisais no eixo (1)
Caráter 105: (0 → 1) Superfície articular anterior de pós-axial vértebra cervical (1)
Caráter 114: (0 → 2) Morfologia das epifíses cervicais anteriores (0.666)
Caráter 136: (1 → 2) Espinhos neurais de meados caudais (0.666)
Caráter 146: (1 → 0) Tamanho do coracóide (0.333)
Caráter 164: (0 → 1) Proporção do comprimento do fêmur com o comprimento do ílio (1)
Caráter 176: (0 → 1) Morfologia do contato entre o púbis e o ílio (1)
Caráter 177: (0 → 1) Morfologia da superfície dorsal da “bota” púbica à linha mediana (0.333)
Caráter 180: (0 → 1) Morfologia do contato entre o ísquio e o ílio (1)
Caráter 188: (0 → 1) Expansão da crista cnemial (1)
Caráter 191: (2 → 1) Desenvolvimento da fossa fibular em aspecto medial à fíbula proximal (1)

Node 34

Caráter 152: (0 → 1) Tamanho da crista deltopeitoral (1)

Caráter 186: (0 → 1) Morfologia e orientação da crista tibiofibular (0.500)

Node 35

Caráter 104: (0 → 2) Pleurocele posterior nas vértebras pré-sacrais pós-axiais (0.666)

Caráter 124: (0 → 1) Dimensões transversais dos centros das médio-sacrais relativas às outras sacrais (0.500)

Caráter 192: (0 → 1) Tamanho do tubérculo iliofibular na fíbula: moderado (0.500)

Node 36

Caráter 46: (1 → 0) Processo sub-orbital do lacrimal (0.500)

Node 37 (Brachyrostra)

Caráter 7: (0 → 1) Direção do processo ascendente da maxila (1)

Caráter 36: (0 → 1) Margem anterior do processo ventral do pós-orbital reta ou ligeiramente côncava (0.500)

Caráter 40: (0 → 1) Morfologia da porção anteroventral do processo ventral do pós-orbital (0.500)

Caráter 52: (0 → 1) Altura mínima de jugal abaixo da órbita (1)

Caráter 84: (0 → 1) Margem ventral do dentário (0.500)

Caráter 85: (0 → 1) Posição do sulco lateral do dentário (1)

Caráter 134: (0 → 1) Morfologia distal dos processos transversos anteriores e médio-caudais (0.500)

Caráter 135: (0 → 1) Processo anterior na extremidade distal dos processos transversais das vértebras (1)

Caráter 187: (0 → 1) Crista cnemial (1)

Node 38 (Ceratosauridae)

Caráter 93: (0 → 1) Diferença de tamanho entre os dentes do pré-maxilar e maxilar (1)

Caráter 94: (0 → 1) Achatamento transversal dos dentes maxilares laterais (1)

Caráter 95: (0 → 1) Tamanho do maior dente maxilar em relação à altura do dentário (0.500)

Node 39

Caráter 38: (0 → 1) Forma distendida e volumosa da margem dorsal do pós-orbital (0.500)

Caráter 42: (0 → 1) Ângulo entre a margem dorsal do arco temporal superior e a porção mais dorsal do teto craniano (1)

Caráter 117: (0 → 1) Lâmina pós-zigodiapófisal das vértebras cervicais mediais (0.250)

Node 40

Caráter 116: (0 → 1) Altura dos espinhos neurais cervicais pós-axiais (0.333)

Caráter 138: (0 → 1) Contato entre as vértebras cervicais e as costelas cervicais nos adultos (1)

Caráter 147: (0 → 1) Formato da cabeça do úmero (0.500)

Node 41

Caráter 104: (2 → 1) Pleurocele posterior nas vértebras pré-sacrais pós-axiais (0.666)

Caráter 115: (0 → 2) Razão comprimento/altura do centro das vértebras médio-cervicais (0.400)

Caráter 117: (0 → 1) Lâmina pós-zigodiapófisal das vértebras cervicais mediais (0.250)

Caráter 122: (1 → 0) Razão do comprimento do centro vertebral dorsal relativo à altura (0.333)

Node 42

Caráter 68: (0 → 1) Tamanho do sulco dorsal no côndilo occipital (1)

Node 43 (Noosauridae)

Caráter 200: (0 → 1) Largura do metatarsal II relativa às larguras dos metatarsais III e IV (0.500)

Caráter 212: (0 → 1) Largura do metatarsal II relativa à largura do metatarsal IV (0.250)

Os táxons *Herrerasaurus*, *Deltadromeus*, *Genyodectes*, *Indosaurus*, *Laevisuchus*, *Majungasaurus* e *Masiakasaurus* não tiveram apomorfias na análise da matriz filogenética.

??????11?01?0????1??????2211?001?1??11????1[01]???0?0???111?0?0?????????
????????????1????1?1??111????0?011?1110?01??1?00????1?110?0??

Elaphrosaurus

??
??????????????????1[12]??????1001010010?2111110011011?01001??1?1??1?01111111
110??110????10111[01]01000110?0100?1101001121?1101??10????0?0?01

Eoabelisaurus

?0?????????????????0001000000[01]10020101001000?10?01??0?01?0011????00?1??
?????????????????00?0?0?1[12]??????21110?0101?0110111111111?1111110200??110?
0000?1?[01]010[01]11111111111?0100?11??11??0[01][01]101101101111??000111?
??0??00

Genyodectes

0???0??
???000?[01]?0001111??
??

Ilokelesia

?1????????????????????????????????11101111010?1????????????????????1????????????
?????????????????1????????221001010120110?111????????1??112?011????????????
??111??11???

Indosaurus

??????????????????11?1111?111????????????????????????????????11????1?????????
??
??

Laevisuchus

??
?????????????????1?????????1?1?0011?11?0???0????????????0?0????????????
??

Limusaurus

00??0?0?0?1000000?00?000000?000?01[01]??00?0?0?0000?????00????????????
????1?????0?0?1??????1?0?000?[01]?11?????21??11?????????[01]0?00?0100110
11110?10101?11[01]1111001100[01]1000?00?0???1[12]?00???1??[12]????1??1???
??????

Majungasaurus

1111120111021101011111110111110110001000111101111011111111111110111
111112111111001101101000121111112111010101201001111[01]11111011000210
11??010?111111?????1?????111111011?11??11?11?0?1011?11111100111101101
01

Masiakasaurus

00?1?00?111?0?????00000000????00001000100?0?0010?????????0???11?1001????
??10?1110000110011?0?12?0111121111001112100111010111100111000?0111?010
11111010?????110?1111?11010??1110110111210?111111111111111011?10111

Noasaurus

0??1?00111110?0??00????????????
?????????10011??01[12]?????????1?1?10111??00?????????????????000????????
?????????00?????????????????0?????????????????1?????1??1?

Rajasaurus

11?????????????????1??1111?111????????????????????1?????????1111?01??????21
1????1?0110?101???12??????211???????0?0111110?11?1???????0????????????
?????????0?0?0??110??1??11??111??1?11?1?????0?0???????0?0?

Rugops

111110??1?0[12]11011101000011110????????????11110011????????????????
????????????101101?0????????????????????????????????????0?????????
??

Skorpiovenator

11?112111?02111??????01????1111110111011011111??11??1?1????????????
??1??????111?01??0?0????????[01]1???010?2?11????????????1?111?1?11??????
????????????1?110011011????????11????????????0?1??1??1?1?0?

Spinostropheus

??
????????????????12?????1000010000020111101??111????????000?????01?????
????????????????1????0?????1????????????????????

Velocisaurus

??
??
????????????????????0??????11???1111?11????????010

MZSP_830

??
??
????????????????????????????1?11?11?11?1?111?111110

;

ccode +12 16 20 33 115 152 156 194 195;

proc /;

6.2. Matriz apresentada no formato de tabela

[illegible]

Taxa	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	
Herrerasaurus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Syntarsus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Allosaurus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Abelisaurus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?		
Aucasaurus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Berberosaurus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Canotaurus	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Ceratops	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Deinodromus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Elschninosaurus	?	?	1	1	1	1	2	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Elaphrosaurus	0	0	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Eoabelisaurus	1	1	1	1	0	2	0	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Garyodactyl	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Ilkelesia	1	?	?	1	1	2	?	0	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Indosaurus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Laevicostylus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Limosaurus	0	1	0	?	0	?	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	?	1	0	1	0	1	?	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Majungasaurus	1	1	0	0	0	2	1	0	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Masiakasaurus	1	1	1	0	0	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	
Noasaurus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Rajasaurus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Rugops	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Skorpiovenator	1	?	1	1	1	?	1	?	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	

Taxa	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213
Herrerasaurus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Syntarsus	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Allosaurus	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Abelisaurus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Aucasaurus	0	?	?	1	?	1	1	1	1	?	?	1	?	1	1	1	1	?	1	0	?	?	1	1	1	1	1	1	1	?	1	0	0
Berberosaurus	0	1	0	0+1	1	?	?	?	?	1	0	1	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Carnotaurus	0	?	1	1	1	1	?	?	?	?	?	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Carotaurus	0	1	0	0+1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Deltaidromus	0	?	0	1	1	0	0	?	1	1	2	1	?	1	1	1	1	?	1	0	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Ekrixinatosaurus	0	?	0	1	1	?	1	1	1	0	?	?	0	1	?	?	?	?	0	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Elaphrosaurus	0	?	1	1	0	1	0	0	1	1	2	1	?	1	1	0	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Euabelisaurus	?	?	0	0+1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Ganyodectes	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Hokelesia	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Indosaurus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Laevicuchus	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Limosaurus	?	?	?	1	1+2	?	0	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Majungasaurus	1	?	1	1	?	?	0	?	1	0	1	1	?	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Masiakasaurus	0	1	1	1	2	1	0	?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Noasaurus	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Rajasaurus	1	?	?	1	1	1	?	?	1	?	1	1	?	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Rugops	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Skorpiovenator	?	?	?	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Spinostrophus	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Velocisaurus	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
MZSP-PV-830	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?