The background of the cover features a large, abstract graphic made of a grid of squares in various shades of gray, black, and white. The squares are arranged in a way that creates a sense of depth and movement, with some squares appearing to be in the foreground and others receding into the background. The text "PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE" is centered over this graphic in a bold, blue, sans-serif font.

**PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOCIÊNCIAS
E MEIO AMBIENTE**

Revisão dos Fósseis de Titanosauria (Saurischia, Sauropoda) do Neo-Cretáceo do Grupo Bauru, formações Adamantina, Uberaba e Marília, Bacia do Paraná, Sudeste do Brasil

ARIANA CARMELIN DE SOUSA MELO

Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

RIO CLARO /SP - 2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus Rio Claro

ARIANA CARMELIN DE SOUSA MELO

REVISÃO DOS FÓSSEIS DE TITANOSAURIA (SAURISCHIA, SAUROPODA) DO
NEO-CRETÁCEO DO GRUPO BAURU, FORMAÇÕES ADAMANTINA, UBERABA E
MARÍLIA, BACIA DO PARANÁ, SUDESTE DO BRASIL

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas do
Campus Rio Claro, Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geociências e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo J. Bertini

Rio Claro - SP

2022

M528r Melo, Ariana Carmelin de Sousa
Revisão dos fósseis de Titanosauria (Saurischia, Sauropoda)
do Neo-Cretáceo do Grupo Bauru, formações Adamantina,
Uberaba e Marília, Bacia do Paraná, Sudeste do Brasil / Ariana
Carmelin de Sousa Melo. -- Rio Claro, 2022
192 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientador: Reinaldo José Bertini

1. Grupo Bauru. 2. Campaniano-Maastrichiano. 3.
saurópodos. 4. Titanosauria. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ARIANA CARMELIN DE SOUSA MELO

REVISÃO DOS FÓSSEIS DE TITANOSAURIA (SAURISCHIA, SAUROPODA) DO
NEO-CRETÁCEO DO GRUPO BAURU, FORMAÇÕES ADAMANTINA, UBERABA E
MARÍLIA, BACIA DO PARANÁ, SUDESTE DO BRASIL

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas,
Campus Rio Claro, da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geociências e Meio Ambiente

Comissão Examinadora

Prof. Dr. REINALDO JOSE BERTINI
IGCE / UNESP / Rio Claro (SP)

Dra. CRISTIANE PRADO SCOTT DOS SANTOS
Autônoma / Guapiaçu (SP)

Profa. Dra. SILVIA REGINA GOBBO
IGCE / UNESP / Rio Claro (SP)

Conceito: Aprovado

Rio Claro, SP, 19 de Janeiro de 2022

“O conhecimento da nossa pré-história amplia a identidade que temos com o chão que pisamos, tornando o passado da região onde vivemos mais rico, atraente e, certamente, muito mais longo.”

Anelli (2016)

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Reinaldo J. Bertini, pela orientação, compreensão, paciência e principalmente pelos ensinamentos, através das conversas, discussões e aconselhamentos que me nortearam durante este percurso. Agradeço imensamente a oportunidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), que tornou possível a realização deste trabalho.

A banca de qualificação, Prof Dr. Sílvia Gobbo, Dr. Cristiane Scott dos Santos e a suplente Prof. Dr. Sandra Marchesin, por leitura, análise e críticas ao texto, que foram necessárias para o melhoramento desta Dissertação.

Um agradecimento especial a Dra. Cristiane Scott dos Santos, a qual me acompanha desde o meu início na Graduação em Ciências Biológicas, me coorientou por vários anos, durante meus trabalhos de curadoria de fósseis, ainda na graduação, e cujos convívios e conselhos tiveram impacto na minha formação acadêmica.

Ao colega de laboratório e amigo Luiz Letízio, pelo convívio e amizade no primeiro semestre de curso, que foram essenciais para que me adaptasse a cidade de Rio Claro e ao seu *Campus*, e pelos eventuais auxílios com o funcionamento do programa T.N.T.

Aos funcionários da Secção Técnica de Pós-Graduação, e da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, pelos serviços e auxílios prestados durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, pela oportunidade de cursá-lo, e que mesmo em tempos de pandemia, soube proporcionar a esta estudante uma ótima experiência e grandes conhecimentos.

A todos os meus familiares, em especial a minha mãe Maria Socorro B. de Sousa, e a minha irmã Ana C. de Sousa Melo, as quais aceitaram e apoiaram a minha escolha em seguir a carreira acadêmica.

Ao meu amigo de longa data Lucas Bueno, o qual me apoiou e incentivou em todos os momentos, principalmente a escolha de prosseguir na carreira acadêmica.

Ao meu esposo Jefferson dos Santos, por compreender a minha ausência, pelo constante incentivo, e por me auxiliar nos momentos de ansiedade, mesmo estando longe.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Resumo

O Grupo Bauru é uma região geológica de grande importância paleontológica, sendo representada por diversos grupos paleobióticos, entre eles se destaca o Clado Titanosauria, pela quantidade expressiva de fósseis a ele atribuído, coletados nos afloramentos desta unidade geológica. Até o momento foram descritas, para esta unidade, as espécies *Gondwanatitan faustoi*, *Adamantisaurus mezzalirai*, *Maxakalisaurus topai*, *Aeolosaurus maximus*, *Brasilotitan nemophagus*, *Austroposeidon magnificus*, *Trigonosaurus pricei*, *Baurutitan britoi* e *Uberabatitan ribeiroi*. O presente trabalho teve como objetivo efetuar uma revisão dos fósseis previamente descritos de titanossauros procedentes do Grupo Bauru, e realizar uma análise filogenética dos morfótipos formalmente descritos. No estudo se teve confirmado o observado nas análises anteriores de Santucci (2002, 2005), onde a maioria dos morfótipos do Grupo Bauru são próximos filogeneticamente, aqui interpretados como pertencentes ao Grupo Aeolosaurini. Também foi observada uma proximidade filogenética de eolossaurinos e saltassaurinos. Os diversos registros de titanossauros aqui levantados também contribuem com as evidências geológicas de que no Grupo Bauru prevalecia um paleoambiente semi-árido.

Palavras-chaves: Grupo Bauru, Campaniano-Maastrichiano, saurópodos, Titanosauria.

Abstract

The Bauru Group is a geological region of great paleontological importance, being represented by several paleobiotic groups, among them the Titanosauria Clade stands out, due to the expressive amount of fossils attributed to it, collected in the outcrops of this geological unit. So far, the species *Gondwanatitan faustoi*, *Adamantisaurus mezzalirai*, *Maxakalisaurus topai*, *Aeolosaurus maximus*, *Brasilotitan nemophagus*, *Austroposeidon magnificus*, *Trigonosaurus pricei*, *Baurutitan britoi* and *Uberabatitan ribeiroi* have been described for this unit. The present work aimed to carry out a review of previously described fossils of titanosaurs from the Bauru Group and to carry out a phylogenetic analysis of the morphotypes formally described. In the study it was confirmed what was observed in the previous analyzes by Santucci (2002, 2005), where most morphotypes of the Bauru Group are phylogenetically close, here interpreted as belonging to the Aeolosaurini Group, a phylogenetic closeness of aeosaurines and saltosaurines was also noted. The various records of titanosaurs surveyed here also contribute to the geological evidence that a semi-arid paleoenvironment prevailed in the Bauru Group.

Key-words: Bauru Group, Campanian-Maastrichtian, sauropods, Titanosauria.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
2.1 Objetivos gerais	5
2.2 Objetivos específicos	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS	6
3.1 Levantamento bibliográfico	6
3.2 Análise filogenética	6
3.2.1 Táxons	7
3.2.2 Caracteres	8
3.2.3 ‘Software’ utilizado	9
3.3 Nomenclaturas de vértebras	9
3.4 Lista de abreviações	10
3.4.1 Abreviações utilizadas nas figuras	10
3.4.2 Demais abreviações, incluindo instituições científicas	10
4. GEOLOGIA REGIONAL	14
4.1 Considerações iniciais	14
4.2 Grupo Bauru	15
4.2.1 Formação Adamantina	16
4.2.3 Formação Marília	18
4.2.4 Formação Uberaba	19
4.3 Registros fossilíferos de vertebrados existentes no Grupo Bauru	20
4.3.1 Formação Adamantina	20
4.3.2 Formação Marília	22
4.3.3 Formação Uberaba	24
4.4 Caracterização paleoambiental	25
5 GRUPO DE ESTUDO	28
5. 1 Saurópodos	28
5. 1. 1 Características morfológicas	29
5. 2 Titanossauros	31
5. 2. 1 Alguns materiais de titanossauros existentes na área de estudo	36
5.2.2 Titanossauros. Espécies brasileiras previamente descritas	53
5.2.3 Espécies de titanossauros descritas em outros países, incluídas nas	

análises.....	60
6. LISTA DE CARACTERES	74
7. ANÁLISES FILOGENÉTICAS	139
7.1 Análises filogenéticas prévias	139
7.2 Análises finais	144
7.2.1 Análise 1	144
7.2.2 Análise 2	149
8.1 Clados	154
8.2 Considerações paleoambientais e paleoecológicas.....	162
9. DISCUSSÃO	164
10. CONCLUSÕES	172
REFERÊNCIAS.....	174
ANEXO	192
Matriz de dados	192

Índice de ilustrações

Figura 1 - Cladograma ilustrando as relações filogenéticas entre alguns táxons de titanossauros.....	3
Figura 2 - Cladograma ilustrando as relações filogenéticas entre alguns táxons de titanossauros.....	4
Figura 3 - Conceito de definição para clados ‘node-based’.....	7
Figura 4 - Táxons incluídos da análise, com suas respectivas idades geológicas e localidades.	8
Figura 5 - Vértébras cervicais de <i>Apatosaurus louisae</i>	11
Figura 6 - Vértébras dorsais de <i>Apatosaurus louisae</i>	12
Figura 7 - Décima vértebra caudal de <i>Diplodocus</i>	13
Figura 8 - Mapa do Grupo Bauru.....	16
Figura 9 - Grupo Bauru.....	20
Figura 10 - Dente de Amiidae (A); dente de Maniraptora (B); carapaça de <i>Roxochelys wanderleyi</i> (C); crânio de <i>Montealtosuchus arrudacamposi</i> (D).	22
Figura 11 - Ungueal de terópodo (A); <i>Uberabatrachus carvalhoi</i> (B); Amiidae (C); <i>Cambaremys langertoni</i> (D)	23
Figura 12 - Relação dos morfótipos descritos para o Grupo Bauru.....	24
Figura 13 - Megaraptora indet. (A); <i>Eptalofosuchus viridi</i> (B).....	25
Figura 14 – Síntese estratigráfica do Grupo Bauru.	27
Figura 15 - Distribuição de titanossauros no Cretáceo Superior.	29
Figura 16 - Reconstituições osteológica e da silhueta de <i>Dicraeosaurus hansemanni</i>	30
Figura 17 - Vértebra caudal distal de <i>Titanosaurus indicus</i>	35
Figura 18 - Vértebra caudal de UFRJ-DG 270-R.....	39
Figura 19 - Vértebra caudal MMR-UFU-PV 0001.....	39
Figura 20 – Vértébras caudais, falange e coracóide de <i>Aeolosaurus</i> sp.....	49
Figura 21 - LGP D0005. Tíbia de <i>Aeolosaurus</i> sp.....	50
Figura 22 - Vértébras caudais anteriores de CPP 360.	51
Figura 23 - Vértebra caudal anterior CPP 217.....	52
Figura 24 - Dentários de saurópodos.	76
Figura 25 - Vértébras cervicais de saurópodos.	79
Figura 26 - Vértébras cervicais de saurópodos.	80

Figura 27- Vértebras dorsais de saurópodos.....	92
Figura 28- Vértebras dorsais de saurópodos.....	93
Figura 29- Vertebras dorsais de saurópodos.....	94
Figura 30 - Costela de <i>Aeolosaurus maximus</i>	95
Figura 31- Sacros de saurópodos.	97
Figura 32 - Vértebras caudais de saurópodos.....	121
Figura 33 - Vértebras caudais de saurópodos.....	122
Figura 34 - Vértebras caudais de saurópodos.....	123
Figura 35 - Vértebras caudais de saurópodos.....	124
Figura 36 - Arcos hemais de saurópodos.	125
Figura 37 - Placas esternais de saurópodos.	127
Figura 38 - Úmeros de saurópodos.	129
Figura 39 - Rádios de saurópodos.	131
Figura 40 - Cintura pélvica de saurópodos.....	133
Figura 41 - Tíbias de saurópodos.....	135
Figura 42 - Fíbulas de saurópodos.....	136
Figura 43 - Astrágalos de saurópodos.....	138
Figura 44 - Morfótipos incluídos na análise prévia.	139
Figura 45 - Consenso estrito das 62 árvores mais parcimoniosas com 84 passos, para os 13 táxons e 80 caracteres.	141
Figura 46 - As duas árvores mais parcimoniosas, com 82 passos, para 11 táxons e 80 caracteres	142
Figura 47 - Consenso estrito das duas árvores mais parcimoniosas com 82 passos, para 11 táxons e 80 caracteres.	143
Figura 48 - Árvore mais parcimoniosa com 78 passos, para 10 táxons e 80 caracteres.....	144
Figura 49 - Consenso estrito de 100 árvores com 127 passos, 27 táxons e 78 caracteres.....	145
Figura 50 - Consenso estrito de 100 árvores e 125 passos, sem <i>Austraposeidon magnificus</i> e <i>Brasilotitan nemophagus</i>	146
Figura 51 - Consenso estrito de 96 árvores e 119 passos, sem <i>Austraposeidon magnificus</i> , <i>Brasilotitan nemophagus</i> e <i>Rinconsaurus caudamirus</i>	147
Figura 52 - Consenso estrito de 9 árvores e 114 passos, sem <i>Austraposeidon magnificus</i> , <i>Brasilotitan nemophagus</i> , <i>Rinconsaurus caudamirus</i> , <i>Pitenkunsaurus</i>	

<i>macayai</i> e <i>Panamericanus schroederi</i>	148
Figura 53 - Consenso estrito de 100 árvores com 126 passos, 27 táxons e 78 caracteres.....	150
Figura 54 - Consenso estrito de 76 árvores com 124 passos, sem <i>Austraposeidon magnificus</i> e <i>Brasilotitan nemophagus</i>	151
Figura 55 - Consenso estrito de 99 árvores com 119 passos, sem <i>Austraposeidon magnificus</i> , <i>Brasilotitan nemophagus</i> e <i>Dreadnoughtus schrani</i>	152
Figura 56 - Consenso estrito de 9 árvores com 116 passos, sem <i>Austraposeidon magnificus</i> , <i>Brasilotitan nemophagus</i> , <i>Dreadnoughtus schrani</i> e <i>Adamantisaurus mezzalirai</i>	153

1. INTRODUÇÃO

O Grupo Bauru é uma das sub-divisões da Bacia do Paraná, correspondente a sua porção neo-cretácica. Aflora em Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Triângulo Mineiro, Paraná e Paraguai (FERNANDES & COIMBRA, 1994; FERNANDES & COIMBRA, 2000; BASILICI *et al.*, 2012).

Os sedimentos desta unidade foram depositados sobre os basaltos da Formação Serra Geral (Grupo São Bento), e são caracterizados por serem essencialmente arenosos, acumulados em sistemas fluviais entrelaçados, com lagos efêmeros e leques aluviais marginais, sob influências climáticas áridas e semi-áridas (SOARES *et al.*, 1980; FERNANDES & COIMBRA, 1994; SANTUCCI & BERTINI, 2001; BATEZELLI, 2010). É rica em fósseis, representados por restos de ostrácodos, conchóstracos, moluscos, peixes, testudinos, crocodylomorfos, teropodomorfos, saurípodomorfos, mamíferos, sendo o maior número dos materiais coletados nas formações Adamantina e Marília (ARID & VIZZOTO, 1971; FERNANDES, 1992; BERTINI, 1993; BERTINI *et al.*, 1999; SANTUCCI, 2002; KELLNER & AZEVEDO, 1999).

Titanosauria é um dos principais grupos paleobióticos do Grupo Bauru, que também é o agrupamento dinossauriano mais representativo do Gondwana, estando presente em todos os continentes, e são muito comuns nos sedimentos da América do Sul (KELLNER & COIMBRA, 2000; SANTUCCI & BERTINI, 2001; SANTUCCI, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2004; WILSON, 2005; GIL & CANDEIRO, 2014).

Todos os saurípodos descritos formalmente no Brasil pertencem ao Clado Titanosauria, exceto *Amazonsaurus maranhensis* (CARVALHO *et al.*, 2003), que pertence à Família Diplodocoidea (MACHADO *et al.*, 2013). As formações Adamantina e Marília são algumas das unidades geológicas do país onde se concentra o maior número de achados de fósseis deste grupo (SANTUCCI & BERTINI, 2001). Através dos fósseis encontrados nas formações Adamantina e Marília foram descritas espécies como *Gondwanatitan faustoi*, *Adamantisaurus mezzalirai*, *Maxakalisaurus topai*, *Aelosaurus maximus*, *Brasilotitan nemophagus*, *Austroposeidon magnificus*, *Trigonosaurus pricei*, *Baurutitan britoi* e *Uberabatitan ribeiroi* (KELLNER & AZEVEDO, 1999; CAMPOS *et al.*, 2005; KELLNER *et al.*, 2005; SANTUCCI & BERTINI, 2006; KELLNER *et al.*, 2006; SALGADO & CARVALHO,

2008; SANTUCCI & ARRUDA-CAMPOS, 2011; MACHADO *et al.*, 2013; BANDEIRA *et al.*, 2016).

Santucci (2002, 2005) reuniu, em seus trabalhos de Mestrado e Doutorado respectivamente, todos os titanossauros coletados e descritos formalmente até aquela época nos afloramentos do Grupo Bauru. Nestes trabalhos realizou análises filogenéticas destes e outros titanossauros, onde em Santucci (2002) o foco foram os titanossauros provenientes do Grupo Bauru, e em Santucci (2005) sua análise filogenética foi mais ampla, incluindo representantes de outros continentes. Ambas as análises são, até os dias atuais, aquelas que mais incluíram morfótipos brasileiros, sendo estes todos provenientes do Grupo Bauru.

Nas árvores filogenéticas geradas nas análises de Santucci (2002, 2005) é possível notar que os morfótipos do Grupo Bauru estão muito próximos filogeneticamente, em Santucci (2002), no grupo taxonômico definido como Titanosaurinae, e em Santucci (2005), em um taxón que o autor descreveu parecer Titanosaurinae, em ambas as análises o clado foi suportado pela presença de espinho neural expandido distalmente no sentido lateral nas vértebras caudais anteriores e médias (figuras 1 e 2).

Desde então o número de achados deste grupo tem crescido, bem como a descrição formal de alguns materiais utilizados por Santucci na época de seus estudos, como é o caso das “Serie B” e “Serie C”, inicialmente descritas por Powell (1987), que posteriormente foram re-descritas como *Trigonosaurus pricei* (Série B) por Campos *et al.* (2005) e *Baurutitan britoi* (Série C) por Kellner *et al.* (2005). Também os materiais MUGEO 1282, que junto com MUGEO 1289 e MUGEO 1295, foram descritos como *Adamantisaurus mezzalirai* por Santucci & Bertini (2006), e *Aeolosaurus* de Monte Alto, como foi descrito inicialmente por Santucci (2002), formalizado como *Aeolosaurus maximus* por Santucci & Arruda Campos (2011).

A descrição formal destes materiais, em conjunto com os novos achados descritos para as unidades do Grupo Bauru, aumenta os dados e as evidências disponíveis, que podem ajudar a compreender melhor a história evolutiva dos saurópodos nas unidades do Grupo Bauru, o que faz necessário uma nova avaliação destes morfótipos.

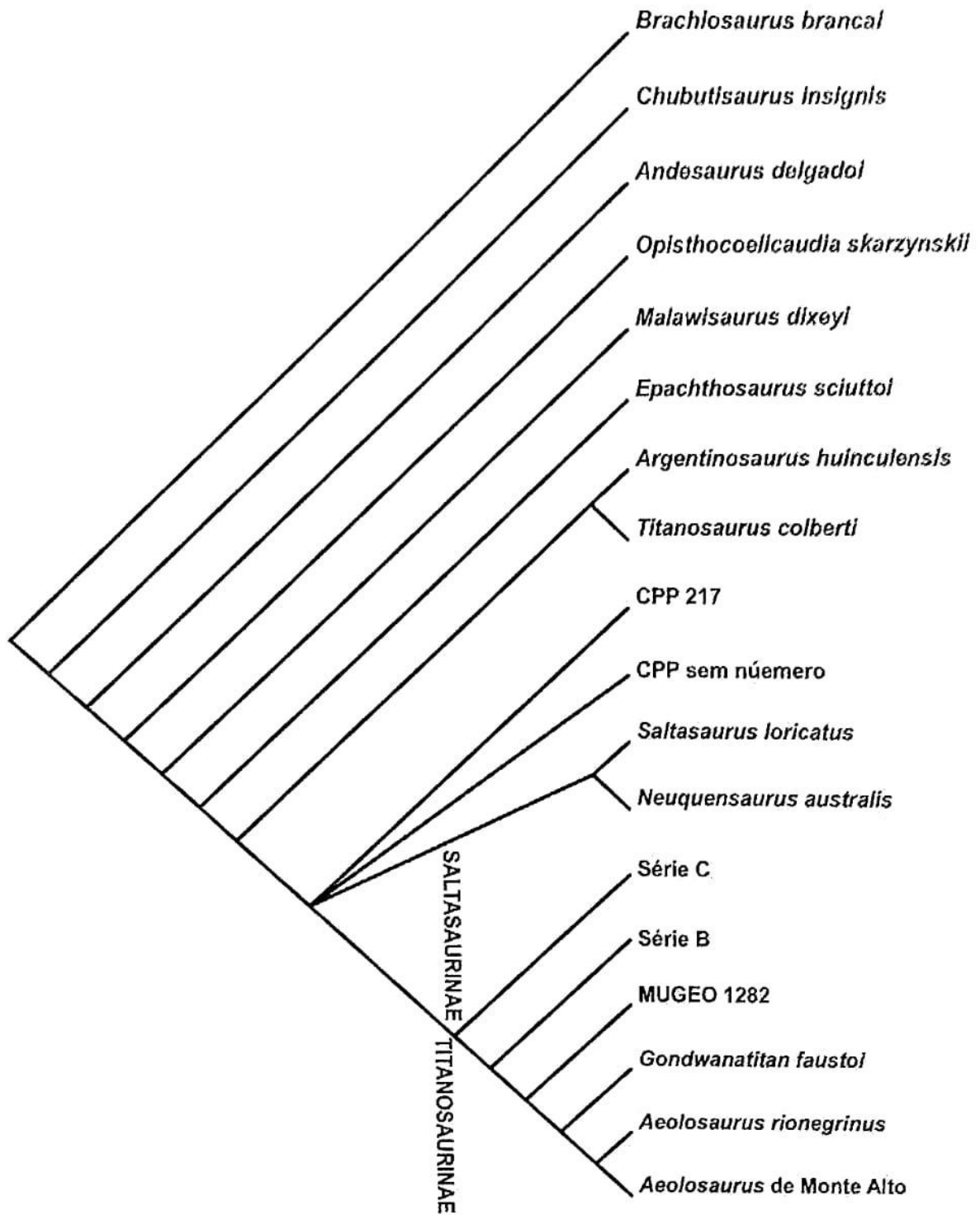


Figura 1 - Cladograma ilustrando as relações filogenéticas entre alguns táxons de titanossauros. Fonte: Santucci (2002).

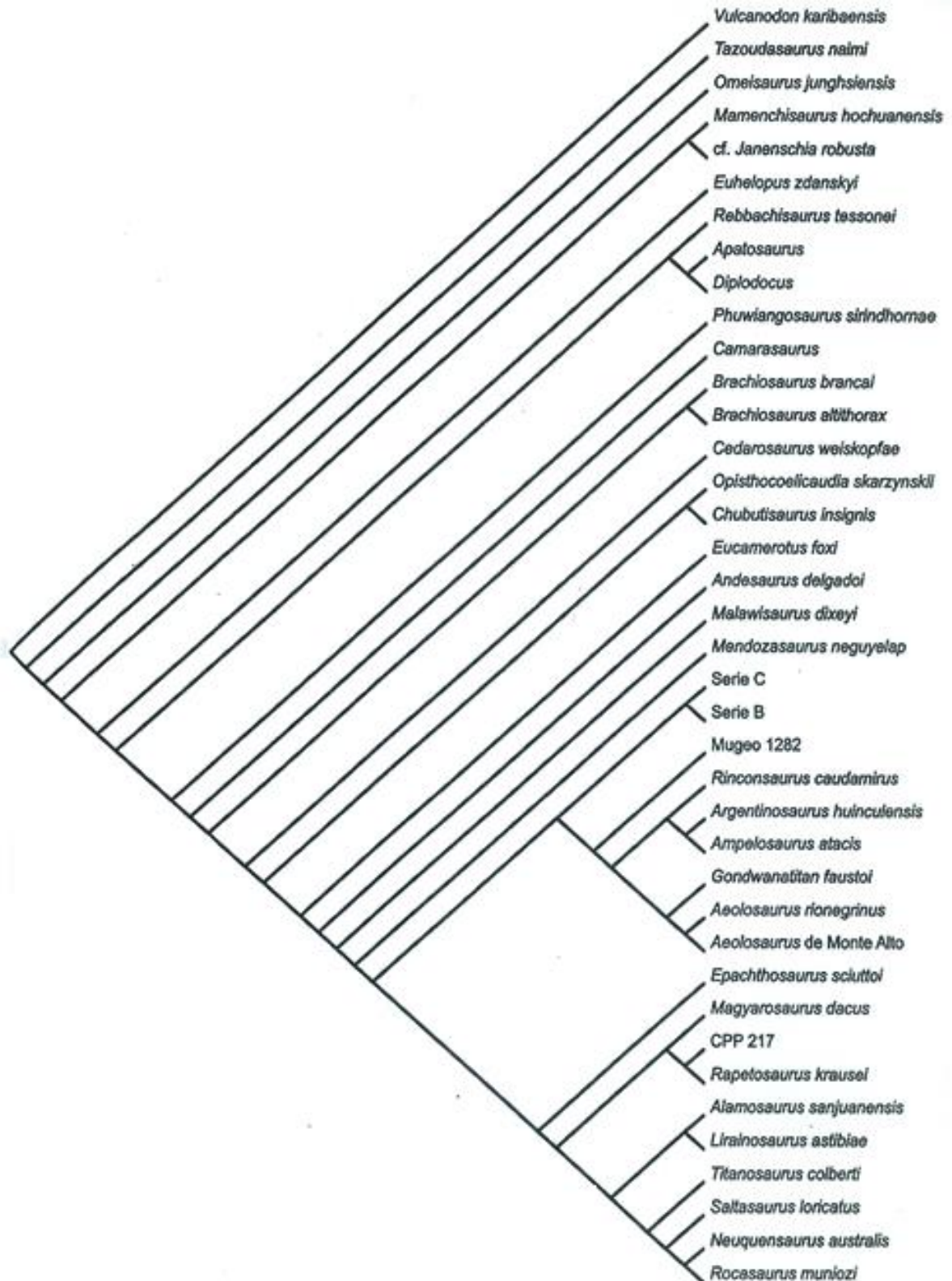


Figura 2 - Cladograma ilustrando as relações filogenéticas entre alguns táxons de titanossauros. Fonte: Santucci (2005).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Este trabalho teve, como objetivo, fazer uma revisão dos fósseis previamente descritos de titanossauros procedentes do grupo, e realizar uma análise filogenética dos morfótipos formalmente descritos.

2.2 Objetivos específicos

Esta Dissertação de Mestrado propõe alcançar os objetivos específicos a seguir.

- Fazer o levantamento bibliográfico e revisão dos fósseis de titanossauros do Grupo Bauru, procedentes das formações Adamantina, Uberaba e Marília.
- Listar o que existe atualmente em materiais que não foram formalmente descritos, encontrados na literatura.
- Análise filogenética dos morfótipos descritos: *Gondwanatitan faustoi*, *Adamantisaurus mezzalirai*, *Maxakalisaurus topai*, *Aeolosaurus maximus*, *Brasilotitan nemophagus*, *Austroposeidon magnificus*, *Trigonosaurus pricei*, *Baurutitan britoi* e *Uberabatitan ribeiroi*.
- Secundariamente associar as ocorrências dos fósseis de titanossauros as informações paleoambientais do Grupo Bauru.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Levantamento bibliográfico

O trabalho foi desenvolvido através de levantamento bibliográfico das ocorrências de materiais e morfótipos formalmente descritos, pertencentes ao Grupo Sauropoda, que foram recolhidos nos depósitos das formações Adamantina, Uberaba e Marília. São unidades geológicas que possuem um considerável número de morfótipos e materiais do Grupo Titanosauria, que possuem idade, caracterização geológica e ocorrências relativamente próximas, sendo todas datadas entre Campaniano e Maastrichiano (Neo-Cretáceo).

Este levantamento foi feito através de artigos, utilizando plataformas de pesquisa de literatura científica, como *Researchgate*, *Google Scholer*, revistas de publicações voltadas para áreas das Geociências, como *Cretaceous Research*, *Journal of Vertebrate Paleontology*, *Historical Biology*, *Ameghiniana* e Revista Brasileira de Geociências; e acervos digitais e físicos da Biblioteca da UNESP (dissertações de Mestrado, teses de Doutorado e livros).

3.2 Análise filogenética

A análise filogenética segue a metodologia empregada por Santucci (2002), realizando abordagem cladística dos materiais, e posteriormente caracterização dos grupos, monofiléticos ou não, obtidos através dos cladogramas.

Santucci (2002) utiliza o método de definição filogenética seguindo o trabalho de Queiroz & Gauthier (1990) onde, segundos os autores, os clados são classificados pela presença comum de características derivadas. E a definição para os clados obtidos através da análise foi a *node-based*, onde o clado é definido através do ancestral mais recente de dois táxons e todos os seus descendentes (Figura 3) (QUEIROZ & GAUTHIER, 1990).

O método de consenso, para se obter a árvore de consenso, ou seja, a árvore que representa um resumo das melhores árvores geradas pela análise, foi o método de consenso estrito. No consenso estrito a árvore de consenso contém apenas os

grupos que aparecem em todas as árvores. Atualmente este é o método mais aceito e utilizado (GAINETT *et al.*, 2017).

Para a análise filogenética deste trabalho foram incluídos apenas os materiais descritos a nível de espécie, pois possuem maior quantidade de elementos ósseos e estruturas preservadas, gerando informações mais relevantes para esta análise.

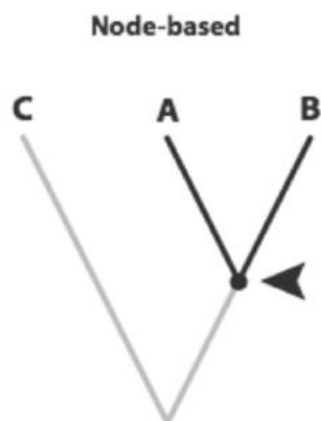


Figura 3 - Conceito de definição para clados 'node-based'. Modificado de: Queiroz (2012).

3.2.1 Táxons

Foram incluídos, nas análises filogenéticas, todos os morfótipos provenientes do Grupo Bauru, assim como de outras localidades, com filogenias discutidas previamente na literatura, para auxiliar no entendimento e na interpretação dos resultados gerados para os táxons objeto da análise. Os morfótipos incluídos são majoritariamente provenientes de unidades geológicas da Argentina, com exceção de *Brachiosaurus brancai* e *Rapetosaurus krausei*, provenientes do continente africano (Figura 4). Todos são de idade Cretáceo Superior, assim como os morfótipos do Grupo Bauru, exceto *Brachiosaurus brancai*, *Andesaurus delgadoi* e *Chubutisaurus insignis*, que são do Jurássico Superior, Albiano-Cenomaniano e Aptiano-Albiano respectivamente (Figura 4). Por *Brachiosaurus brancai* ser um titanosauriforme mais basal foi definido como *outgroup* nesta análise.

Espécies	Idade geológica	Localidade
<i>Brachiosaurus brancai</i>	Jurássico Superior	Tanzania, Leste da África
<i>Andesaurus delgadoi</i>	Albiano-Cenomaniano	Província de Neuquén, Argentina
<i>Aelosaurus rionegrinus</i>	Cretáceo Superior	Província do Río Negro, Argentina
<i>Gondwanatitan faustoi</i>	Cretáceo Superior	"Sítio Myzobuchi" (Álvares Machado - SP)
<i>Trigonosaurus pricei</i>	Maastrichtian	Caieira, Peirópolis-MG
<i>Adamantisaurus mezzalirai</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Próximo a Cidade Flórida Paulista-SP
<i>Aelosaurus maximus</i>	Campaniano-Maastrichtiano	12 km da Cidade Monte Alto-SP
<i>Uberabatitan riberoi</i>	Maastrichtiano	Uberaba - MG
<i>Baurutitan britoi</i>	Maastrichtiano	Caieira, Peirópolis-MG
<i>Austroposeidon magnificus</i>	Cretáceo Superior	Presidente Prudente
<i>Maxakalisaurus topai</i>	Cretáceo Superior	Serra da Boa Vista (4 km de Prata-MG)
<i>Brasilotitan nemophagus</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Presidente Prudente
<i>Saltasaurus loricatus</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Província de Salta, Argentina
<i>Chubutisaurus insignis</i>	Aptiano-Albiano	Província de Chubut, Argentina
<i>Neuquensaurus australis</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Formação Rio Colorado
<i>Dreadnoughtus schrani</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Província Santa Cruz, Patagônia-Argentina
<i>Narambuenatitan palomoi</i>	Campaniano	Província de Neuquen, Argentina
<i>Pellegrinisaurus pomelli</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Província Rio Negro, Argentina
<i>Rocasaurus muniozi</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Província de Rio Negro, Patagônia-Argentina
<i>Panamericansaurus schroederi</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Província de Neuquen, Argentina
<i>Pitekunsaurus macayai</i>	Campaniano inferior-médio	Província Neuquén, Argentina
<i>Bonatitan reigi</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Província de Rio Negro, Argentina
<i>Rinconsaurus caudamirus</i>	Turoniano-Coniaciano	Província de Neuquén, Patagônia-Argentina
<i>Rapetosaurus krausei</i>	Maastrichtiano	Noroeste de Madagascar

Figura 4- Táxons incluídos da análise, com suas respectivas idades geológicas e localidades. Fonte: Autora.

3.2.2 Caracteres

Para este trabalho foi desenvolvida inicialmente uma lista de 80 caracteres, utilizadas nas análises prévias, mas posteriormente foram retirados dois caracteres duplicados (23 e 24), restando 78 caracteres. Estes caracteres foram retirados especialmente das listas elaboradas por Santucci (2002, 2005). Ambos os trabalhos de Santucci (2002, 2005) utilizam, em suas análises filogenéticas, grande quantidade de morfótipos brasileiros, em comparação com outras análises mostrando foco no Grupo Sauropoda, incluindo as mais recentes. Por este motivo suas listas foram tomadas como base para a elaboração do presente estudo.

Além de caracteres desenvolvidos pelo próprio autor, Santucci (2002, 2005) também utilizou caracteres retirados de trabalhos prévios. Entre estes caracteres foram incluídos, na presente análise, aqueles provenientes dos trabalhos de Salgado

et al. (1997); Wilson & Sereno (1998); Upchurch (1998, 1999); Sanz *et al.* (1999); Curry-Rogers & Foster (2001); Wilson (2002). Nove destes caracteres foram modificados, sete por Santucci (2005) (8, 14, 23, 30, 33, 34, 40), e outros dois (39, 61) para a presente análise.

A definição dos caracteres que compõem a lista atual foi feita levando em consideração os elementos ósseos e as estruturas preservados, possíveis de serem observadas nos morfótipos brasileiros, através das informações descritas e imagens disponíveis em seus respectivos trabalhos de descrição.

Os estados de carácter que se baseiam em estruturas não preservadas, ou aqueles não possíveis de serem averiguados nos trabalhos de descrição dos morfótipos, foram definidos como *missing data*, referidos como “?” na matriz de dados.

3.2.3 ‘Software’ utilizado

A matriz de dados gerada, através dos caracteres, foi analisada no Programa TNT 1.5, o qual faz buscas de árvores filogenéticas mais parcimoniosas (GOLOBOFF, 1999). O método de busca utilizado foi *New Technology Search*, encontrando o comprimento mínimo 50 vezes, e com *Random Seed* igual a 0, a fim de encontrar o menor número de passos. Após isto foi feita mais uma busca com o método *Tradicional Search*, com o *Tree Bisection and Reconnection* começando a busca das *Trees from RAM*, a fim de encontrar todas as árvores de menor comprimento, ou seja, aquelas com o menor número de passos encontrados na busca do *New Technology Search*. Ao final de cada análise foi utilizado o comando PCR, o qual encontra os táxons que estão oscilando nas topologias, gerando politomias.

3.3 Nomenclaturas de vértebras

Os nomes utilizados para se referir as lâminas das vértebras seguem a nomenclatura definida por Wilson (1999). Para definir os nomes das estruturas

Wilson (1999) se baseia na localização morfológica das estruturas conectadas pelas lâminas (figuras 5, 6 e 7).

3.4 Lista de abreviações

3.4.1 Abreviações utilizadas nas figuras

di - diapófise; **lcdp** - lâmina centro-diapofiseal posterior; **lcpa** - lâmina centro-parapofiseal anterior; **lcpo** - lâmina centro-pószigapofiseal; **lcpp** - lâmina centro-parapofiseal posterior; **lcpr** - lâmina centro-prézigapofiseal; **ldpo** - lâmina diapo-pószigapofiseal; **ldpr** - lâmina diapo-prézigapofiseal; **lepo** - lâmina espino-pószigapofiseal; **lepr** - lâmina espino-prézigapofiseal; **lesd** - lâmina espino-diapofiseal; **lipo** - lâmina intra-pószigapofiseal, **lipr** - lâmina intra-prézigapofiseal; **lpes** - lâmina pré-espinhal; **lpos** - lâmina pós-espinhal; **lppr** - lâmina parapo-prézigapofiseal; **nc** - canal neural; **pa** - parapófise; **pl** - pleurocelo; **poz** - pós-zigapófise; **prz**- pré-zigapófises.

3.4.2 Demais abreviações, incluindo instituições científicas

TNT - *Tree Analysis using New Technology*; **TBR** - *Tree Bisection and Reconnection*; **UFRJ** - Universidade Federal do Rio de Janeiro; **MACN** - Museo Argentino de Ciencias Naturales; **MCT** - Museu de Ciências da Terra; **MPEF** - Museo Paleontológico Egídio Feruglio; **DNPM** - Departamento Nacional de Produção Mineral; **CPP** - Centro de Pesquisas Paleontológicas Lewellyn Ivor Price; **CHMO** - Museo Provincial de Ciencias Naturales y Oceanografía.

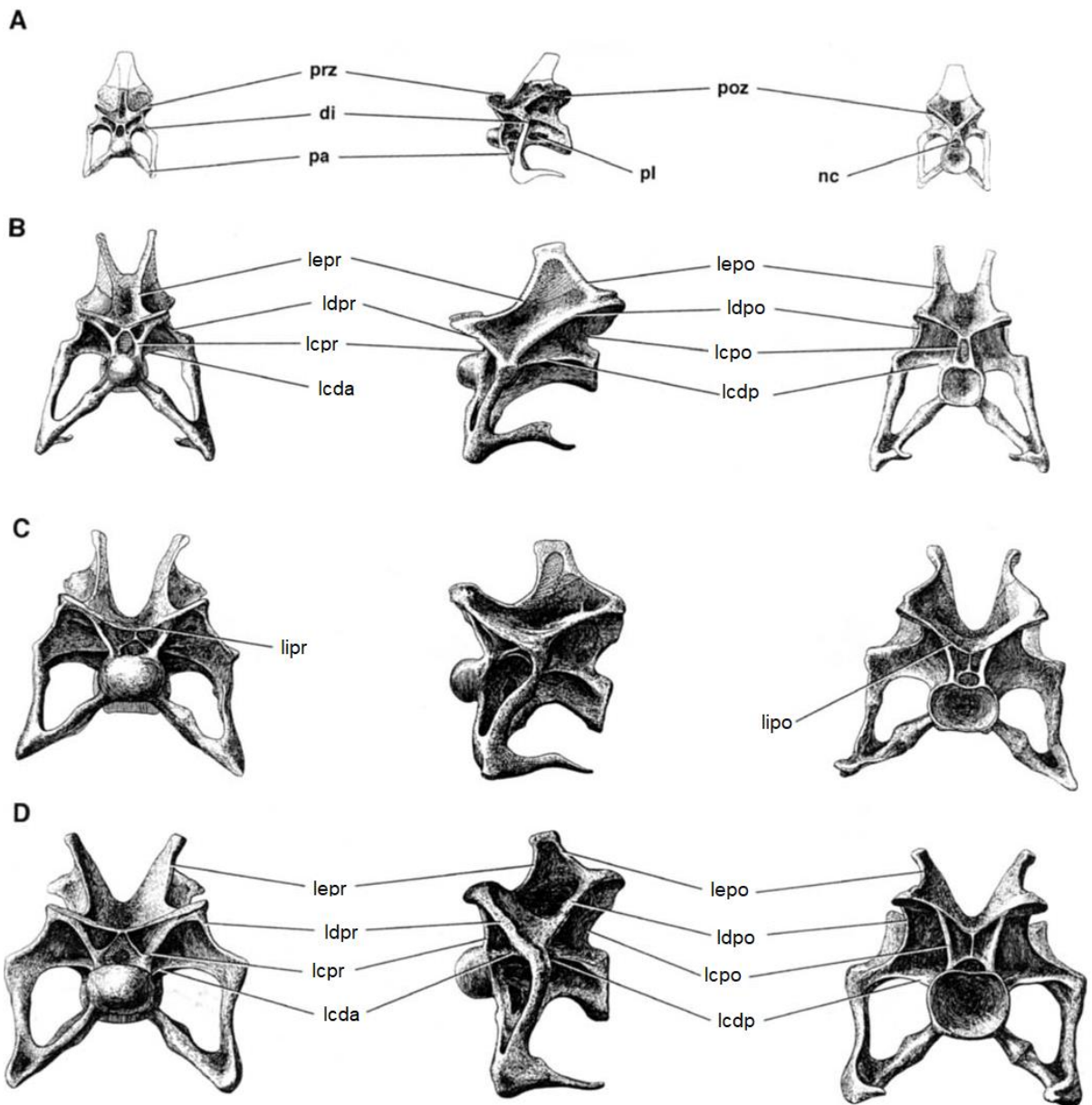


Figura 5 - Vértèbras cervicais de *Apatosaurus louisae*. Vistas anterior, lateral esquerda e posterior (A-D). Modificado de: Wilson (1999).

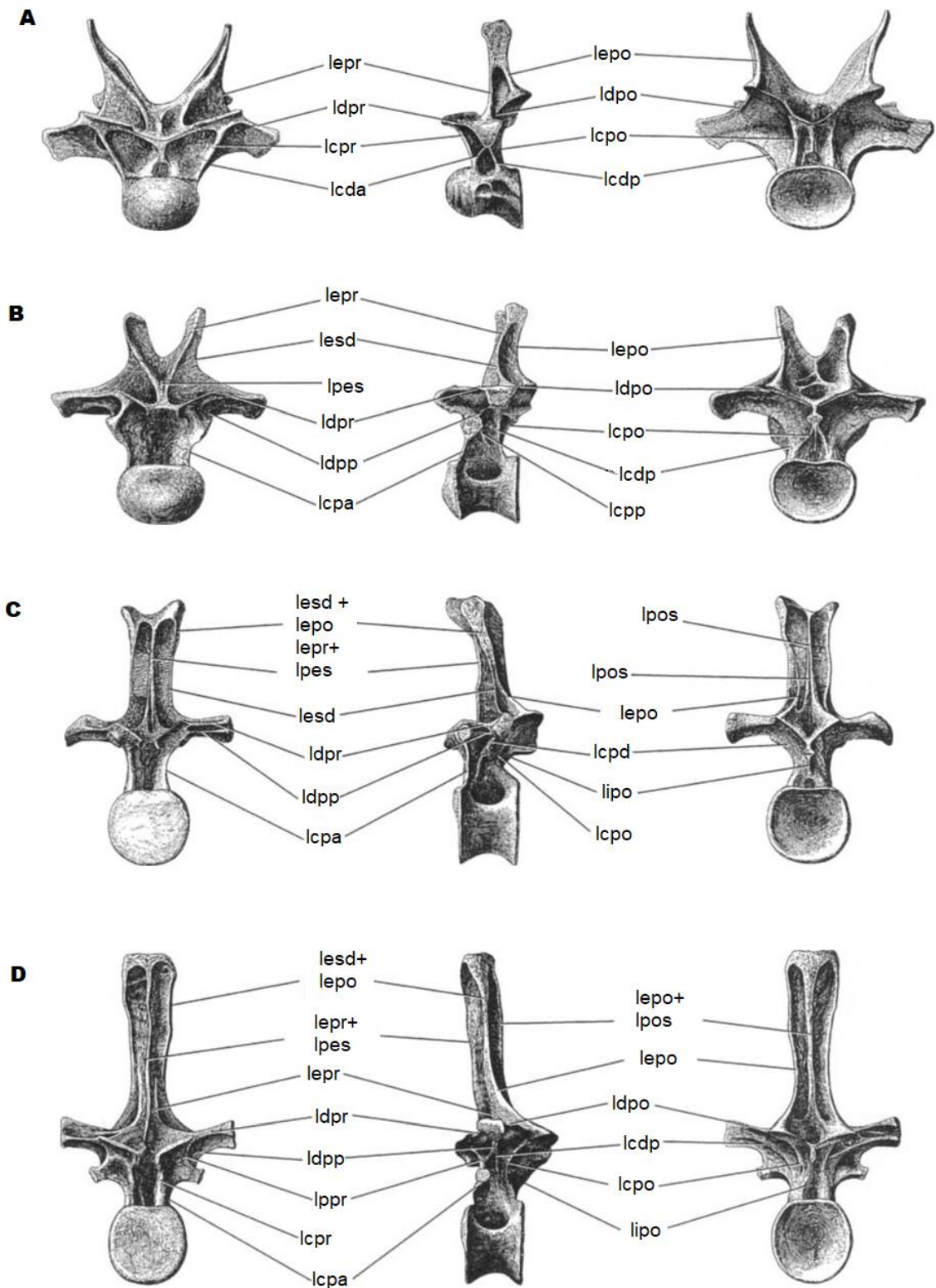


Figura 6 - Vértèbras dorsais de *Apatasaurus louisae*. Vistas anterior, lateral esquerda e posterior (A-D). Modificado de: Wilson (1999).

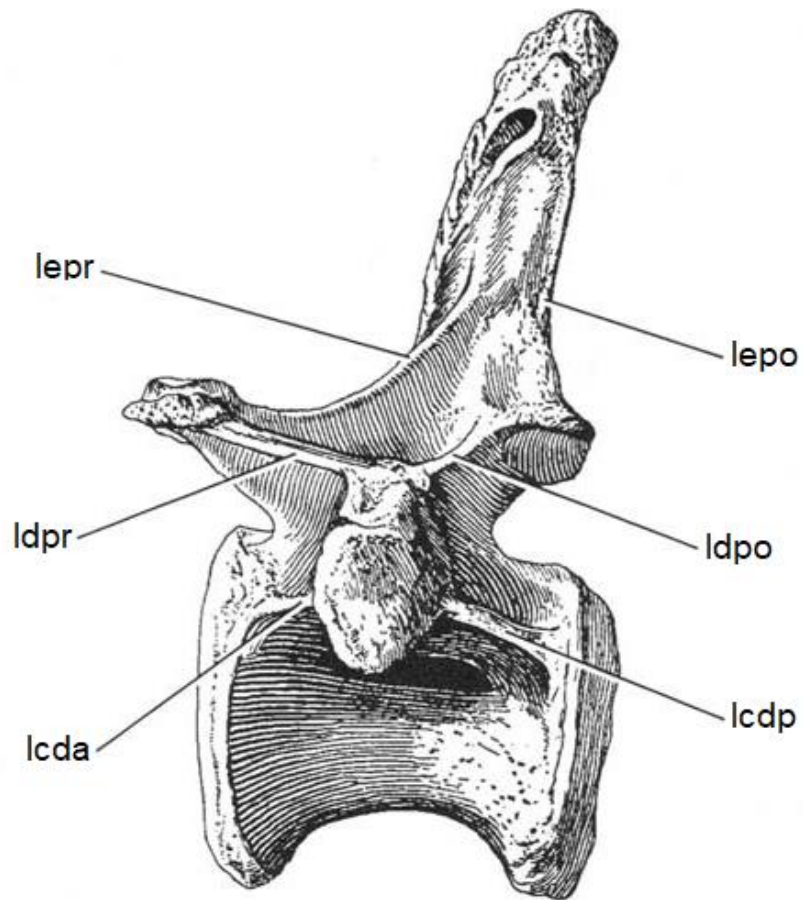


Figura 7 - Décima vértebra caudal de *Diplodocus*, em vista lateral esquerda. Modificado de Wilson (1999).

4. GEOLOGIA REGIONAL

4.1 Considerações iniciais

O vulcanismo gerador da Formação Serra Geral cessou parcialmente os eventos de sedimentação generalizada na Bacia do Paraná (FERNANDES, 1996). Resfriamento e contração progressivos da massa basáltica, resultante destas atividades vulcânicas, unidos ao peso exercido sobre a crosta continental, criaram espaço para acomodação de sedimentos, onde se estabeleceu um depocentro, que alguns chamam de “Bacia Bauru” (FERNANDES, 1996; BASILICI *et al.*, 2012). Foge ao escopo, desta Dissertação de Mestrado, o debate a respeito, mas prefere-se considerar este depocentro apenas como o Grupo Bauru da Bacia do Paraná, seguindo Paula e Silva *et al.* (2009).

A sedimentação do Grupo Bauru ocorreu em sincronia à subsidência do seu interior e soerguimento progressivo das bordas, que expuseram as rochas do embasamento paleozóico da Bacia do Paraná e de unidades cristalinas pré-cambrianas (FERNANDES, 1996). Estas rochas forneceram o material que alimentou este depocentro da Bacia do Paraná, sendo carregado para seu interior através de correntes fluviais e eólicas (FERNANDES, 1996).

O Grupo Bauru é de composição essencialmente continental, com extensão de aproximadamente 370.000 km², abrangendo quase toda a metade Ocidental do Estado de São Paulo, aflorando também nos estados de Minas Gerais (Triângulo Mineiro), Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná, e em uma pequena parte do Paraguai (FERNANDES & COIMBRA, 1994; FERNANDES & COIMBRA, 2000; BASILICI *et al.*, 2012) (Figura 8). O Grupo Bauru é subdividido em algumas unidades geológicas, iniciando pela Formação Caiuá, apresentando depósitos arenosos acumulados em ambiente eólico, e as outras formações apresentando ambientes de leques aluviais e fluviais (FERNANDES & COIMBRA, 1994).

A Formação Adamantina é uma das unidades que compõe o Grupo Bauru, desde que foi proposta por Soares *et al.* (1980), e passou por alguns debates estratigráficos. A classificação apresentada por Soares *et al.* (1980) é considerada clássica e uma das mais adotadas, onde os autores propuseram a elevação da antiga Formação Bauru para a categoria de Grupo Bauru, sendo constituído pelas formações Caiuá, Santo Anastácio, Marília e Adamantina.

Posteriormente baseado em estudos sobre as características litológicas da Bacia do Paraná, Fernandes (1992) dividiu a Unidade Caiuá nas formações Goio Erê e Rio Paraná, também reclassificando-a como Grupo Caiuá. Na revisão estratigráfica da cobertura sedimentar suprabasáltica da Bacia do Paraná, Fernandes & Coimbra (1994) apresentam a concepção que os grupos Caiuá e Bauru seriam cronorrelatos. Propuseram novas divisões estratigráficas para ambos, com o Grupo Caiuá sendo composto pelas formações Santo Anastácio, Goio Erê, Rio Paraná. O Grupo Bauru seria composto pela Formação Uberaba, com recorrência restrita ao Triângulo Mineiro, Formação Marília e pela Formação Adamantina, esta apresentando rochas extrusivas intercaladas, denominadas Analcimitos Taiúva, observados em depósitos localizados no Estado de São Paulo Fernandes & Coimbra (1994).

4.2 Grupo Bauru

O Grupo Bauru possui uma extensão total de 370.000 km², distribuído por Triângulo Mineiro, Noroeste do Paraná, Sudoeste de Mato Grosso do Sul, Sul de Goiás e Planalto Ocidental de São Paulo. Apenas no Estado de São Paulo sua área atinge cerca de 47 % de seu território, com uma extensão de 117.000 km², com espessura média de 100 m, mas ultrapassando os 300 m na região de Marília (PAULA E SILVA, 2003; PAULA E SILVA *et al.*, 2009).

Seus depósitos são essencialmente arenosos, acumulados em sistemas fluviais entrelaçados, com lagos efêmeros e leques aluviais marginais (FERNANDES & COIMBRA, 1994; SANTUCCI & BERTINI, 2001). Apresenta frequentes interdigitações com a Formação Caiuá, sendo unidades contemporâneas (FERNANDES & COIMBRA, 1994; FERNANDES, 1998; BASILICI *et al.*, 2012). A idade dos seus sedimentos é frequentemente atribuída a Campaniano / Maastrichtiano para as unidades Adamantina e Marília, mas outros autores também sugeriram Turoniano / Santoniano para seus depósitos, baseando-se em assembléias de carófitas e ostrácodos (DIAS-BRITO *et al.*, 2001; BERTINI *et al.*, 2000; BERTINI & GOBBO, 2017). Santucci & Bertini (2001) e Santucci & Bertini (2006) debatem este tema.

No Grupo Bauru, as formações Adamantina e Marília possuem juntas a maior parte do registro fóssilífero do grupo (FERNANDES, 1996). Em seus depósitos foram

encontradas grandes quantidades de fósseis de vertebrados, entre eles testudinos, crocodylomorfos, dinossauros, com saurópodos sendo bastante representados na região (BERTINI & SILVA, 1999; KELLNER & COIMBRA, 2000; SANTUCCI, 2008; GIL & CANDEIRO, 2014).

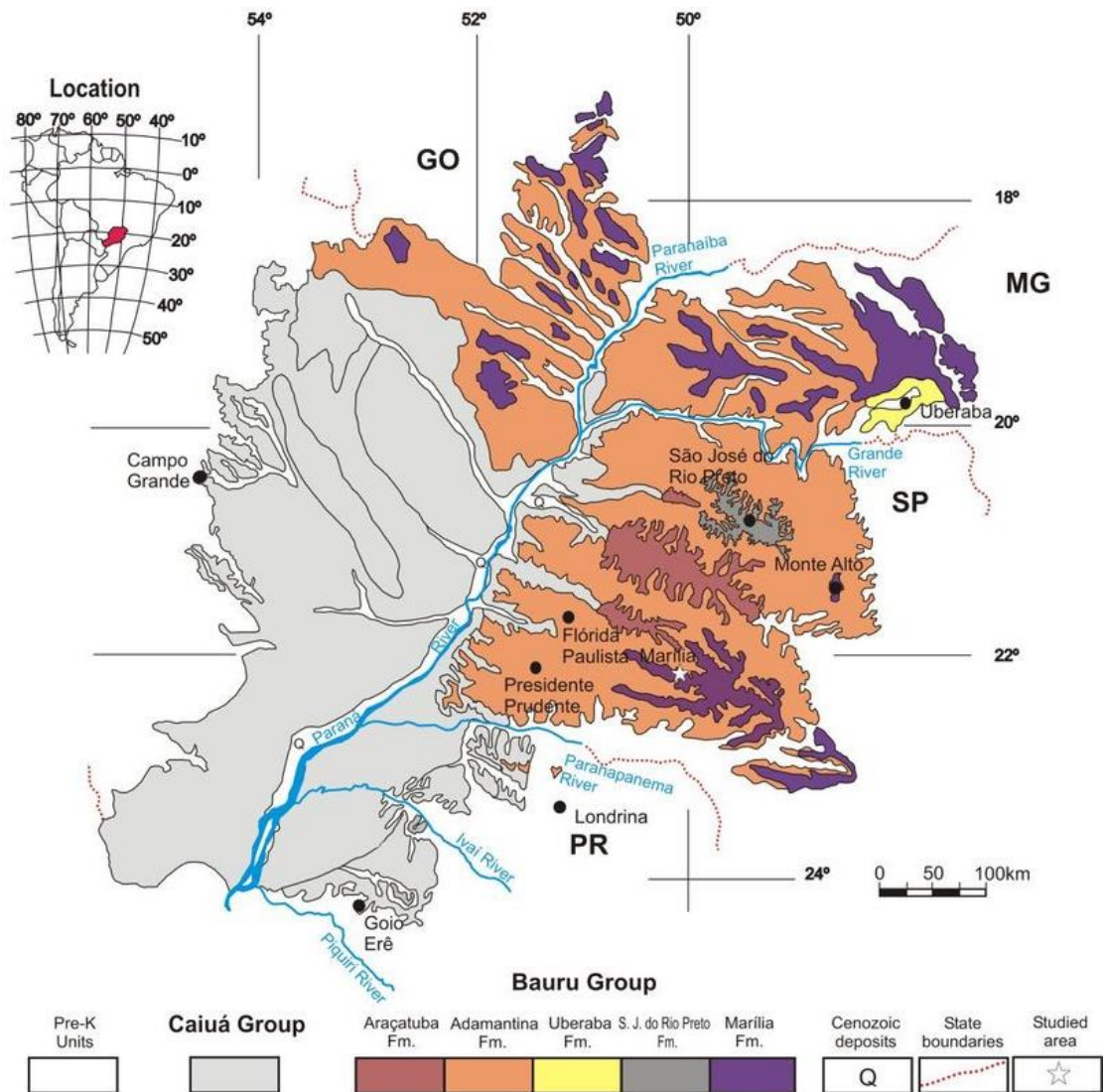


Figura 8 - Mapa do Grupo Bauru. Modificado de: Fernandes & Coimbra (1996) por Santucci (2002).

4.2.1 Formação Adamantina

A Formação Adamantina é a unidade que apresenta a maior extensão no Estado de São Paulo, aflorando em todo o seu Planalto Ocidental Paulista, também no Triângulo Mineiro, Sul de Goiás e Leste de Mato Grosso do Sul (FERNANDES, 1992) (Figura 8).

Apresenta variações regionais, e segundo Soares *et al.* (1980) este fato tem conduzido diversos pesquisadores a apresentarem denominações informais, como membros, fácies ou litofácies. Seus depósitos em sub-superfície caracterizam-se pela presença de bancos de arenitos avermelhados a acastanhados, finos a muito finos, argilosos, algo carbonáticos, quartzosos, intercalados por camadas de lamitos marrons a avermelhados, arenosos, carbonáticos (PAULA E SILVA *et al.*, 1994 *apud* PAULA E SILVA *et al.*, 2005).

As estruturas sedimentares principais são estratificações cruzadas, laminações plano-paralelas mal definidas e camadas maciças (BASILICI *et al.*, 2012).

A maior espessura preservada da Formação Adamantina é de 182 m, seu contato inferior sendo discordante com os depósitos basálticos da Formação Serra Geral, enquanto seu contato superior é concordante e interdigitado com a Formação Marília, sendo as duas formações parcialmente contemporâneas (SOARES *et al.*, 1980; PAULA E SILVA *et al.*, 2005).

Na porção superior da Formação Adamantina, no Estado de São Paulo, em depósitos localizados, intercalam-se rochas extrusivas de natureza alcalina, ricas em Analcima, designadas como Analcimitos Taiúva. Porém a idade destas rochas basálticas precisa ser melhor investigada (FERNANDES, 1996).

As formações São José do Rio Preto e Presidente Prudente, contidas em Fernandes (1998), são tratadas aqui como correspondentes a Formação Adamantina.

As fácies descritas como Formação São José do Rio Preto ocorrem próximas a cidade homônima, com 60 m de espessura (BASILICI *et al.*, 2012). Esta unidade é constituída por arenitos finos a muito finos, com estratificações cruzadas a tabulares. Existem algumas intercalações subordinadas de camadas de arenitos a siltitos com estratificações plano-paralelas. Em seus depósitos é comum a presença de fragmentos ósseos e outros bioclastos (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

A fácies descritas como Formação Presidente Prudente também ocorre próxima a cidade homônima, correspondente à Litofácies Taciba, definida por Soares *et al.* (1980), e possui 50 m de espessura. Seus depósitos são constituídos por arenitos finos a muito finos e lamitos arenosos, e apresenta em seus registros fossilíferos cascos de testudinos (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

4.2.3 Formação Marília

A Formação Marília ocorre na parte Leste do Planalto Ocidental do Estado de São Paulo, nas regiões de Marília-Echaporã e Monte Alto, e está presente também no Triângulo Mineiro, Mato Grosso do Sul e Goiás (FERNANDES, 1992). Assim como a Formação Adamantina, a Formação Marília também é considerada uma unidade com conteúdo fossilífero de grande relevância no Grupo Bauru (SANTUCCI, 2008) (Figura 8).

Segundo Paula e Silva *et al.* (2005) a Formação Marília possui uma espessura máxima de 223 m, e se sobrepõe a Formação Adamantina por meio de contato interdigitado. A unidade é constituída por arenitos grossos e conglomerados com seleção pobre, enriquecidos em feldspatos, e camadas de pelitos, com ocorrência subordinada de calcários. As estruturas sedimentares observadas raramente apresentam estratificações cruzadas, e há abundância de nódulos carbonáticos, concentrados em determinados níveis dos arenitos, uma característica considerada peculiar para a unidade (SOARES *et al.*, 1980; BASILICI *et al.*, 2012). Ainda segundo Soares *et al.* (1980) a Formação Marília teria sido depositada por correntes de alta energia não canalizadas em lençóis de escoamento, com deposição rápida, impedindo a formação de estruturas.

Os trabalhos de Barcelos (1984) e Barcelos & Suguio (1987) propuseram a subdivisão da Formação Marília nos membros Serra da Galga, Ponte Alta e Echaporã.

O Membro Serra da Galga ocorre apenas na região do Triângulo Mineiro, com espessura máxima de 110 m, e possui contato interdigitado, complexo e irregular com o Membro Ponte Alta (FERNANDES, 1998; FERNANDES & COIMBRA, 2000). Seus depósitos são caracterizados por arenitos e arenitos conglomeráticos, com frequentes estratificações cruzadas tabulares a acanaladas de médio porte, e estratos lenticulares (FERNANDES, 1998).

O Membro Ponte Alta também ocorre no Triângulo Mineiro, em exposições descontínuas, e suas espessuras são de 10-20 m (FERNANDES, 1998). Seus depósitos são formados por calcários impuros, predominando calcários arenosos, constituindo corpos lenticulares a tabulares, algumas vezes estratificações plano-paralelas (FERNANDES & COIMBRA, 2000). Seus registros fossilíferos são raros, e em seus afloramentos foram encontrados ossos não identificados e microfósseis

(carófitas, ostrácodos, conchóstracos), icnofósseis, microgastrópodos, fragmentos e escamas de peixes (FERNANDES, 1998).

O Membro Echaporã é subunidade que possui a maior área de afloramentos da Formação Marília, presente no Centro do Estado de São Paulo, Sudoeste de Minas Gerais, Sul de Goiás e Nordeste de Mato Grosso do Sul (BASILICI *et al.*, 2012). Segundo Fernandes (1998) sua maior espessura é 180 m, porém este valor pode estar superestimado, uma vez que nesta medida pode estar incluída a associação Vale do Rio do Peixe. Suas fácies são caracterizadas pela presença de arenitos finos e médios, com camadas de aspecto maciço, frequentes níveis de sedimentação de nódulos carbonáticos e intercalações de lamitos arenosos lenticulares (FERNANDES, 1998; BASILICI *et al.*, 2012). Também é uma subunidade que contém importantes registros fossilíferos, entre eles icnofósseis (rizólitos e escavações de pequenos organismos) e fósseis de moluscos, peixes, crocodylomorfos e dinossauros (FERNANDES, 1998).

4.2.4 Formação Uberaba

A ocorrência da Formação Uberaba é restrita ao Estado de Minas Gerais (Triângulo Mineiro), sua espessura máxima sendo 85 m (PAULA E SILVA *et al.*, 2005; BASILICI *et al.*, 2012). É formada por arenitos finos a lamitos siltosos, arenitos finos subordinados com matriz argilosa, apresentando cores cinza-esverdeadas a verde-olivas, ocorrendo em estruturas lenticulares com intercalações de siltitos, argilitos, arenitos conglomeráticos e conglomerados de matriz arenosa (FERNANDES & COIMBRA, 2000; SANTUCCI, 2001) (Figura 9).

A presença de matriz argilosa esverdeada, por vezes associada a fragmentos de Quartzo com golfos corroídos, sugerem uma atividade vulcanoclástica em sua sedimentação (QUINTÃO, 2017).

A unidade possui contato interdigitado com a Formação Adamantina, e contato gradacional, raras vezes observado, com a Formação Marília (Membro Serra da Galga) (GOLDBERG & GARCIA 1995; FERNANDES & COIMBRA, 2000).

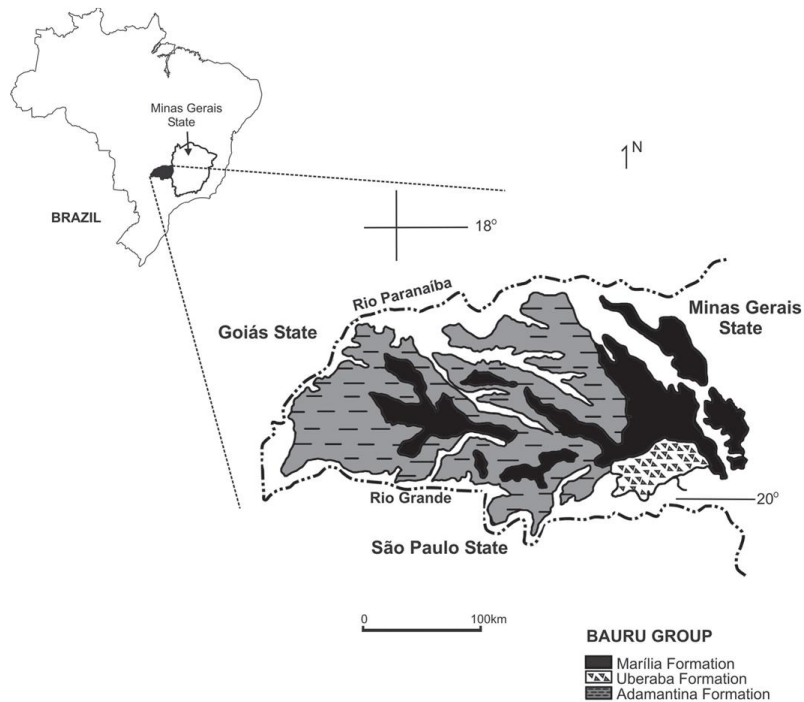


Figura 9 - Grupo Bauru. Modificado de: Fernandes & Coimbra (1996) por Candeiro (2007).

4.3 Registros fossilíferos de vertebrados existentes no Grupo Bauru

O Grupo Bauru possui um importante registro fossilífero, apresentando uma grande diversidade de grupos bióticos preservados em seus sedimentos, desde microfósseis, vegetais, invertebrados, icnofósseis a grandes vertebrados, como crocodylomorfos e titanossauros (SOARES *et al.*, 1980; BERTINI & SILVA, 1999; DIAS-BRITO *et al.*, 2001).

Entre as suas unidades, as formações Adamantina e Marília são aquelas que concentram a maior parte de achados fossilíferos, principalmente aqueles correspondes a vertebrados (FERNANDES, 1998; SANTUCCI & BERTINI, 2001). A Formação Uberaba, apesar de apresentar um conteúdo fossilífero relativamente raro, exhibe elementos ósseos isolados de vertebrados (SANTUCCI, 2008; CANDEIRO *et al.*, 2013).

4.3.1 Formação Adamantina

É uma unidade rica em materiais fossilíferos, sendo também aquela que possui o maior número de fósseis coletados no Grupo Bauru, apresentando uma grande

diversidade de grupos paleobióticos, principalmente vertebrados, como restos de peixes, anfíbios, testudinos, ofídios, crocodylomorfos, dinossauros, aves e mamíferos (BERTINI *et al.*, 2000; CARVALHO *et al.*, 2007; ROMANO *et al.*, 2012; GEROTO & BERTINI, 2014; MARTINELLI & TEIXEIRA, 2015; BRITO *et al.*, 2017) (Figura 10). Também apresenta fósseis de vegetais e invertebrados, como moluscos, ostrácodos e conchóstracos (SOARES *et al.*, 1980; DIAS-BRITO *et al.*, 2001; GOBBO-RODRIGUES *et al.*, 2000).

Entre os grupos de vertebrados estão os dinossauros, sendo representados por terópodos, dos quais são encontrados principalmente dentes, e saurópodos, representados pelos titanossauros (BERTINI *et al.*, 2000; CANDEIRO, 2007). Grande parte dos achados de titanossauros dos afloramentos da Formação Adamantina são elementos ósseos isolados ou de natureza muito fragmentada, dos quais, na maioria das vezes, não se é possível chegar à uma classificação taxônomica menos abrangente que Titanosauria ou Titanosauridae.

Até o momento é a unidade do Grupo Bauru que mais apresenta morfótipos descritos do Clado Titanosauria, sendo definidos até agora para a unidade as espécies *Gondwanatitan faustoi* (KELLNER & AZEVEDO, 1999); *Adamantisaurus mezzalirai* (SANTUCCI & BERTINI, 2006); *Maxakalisaurus topai* (KELLNER *et al.*, 2006); *Aeolosaurus maximus* (SANTUCCI & ARRUDA-CAMPOS, 2011); *Brasilotitan nemophagus* (MACHADO *et al.*, 2013); *Austraroseidon magnificus* (BANDEIRA *et al.*, 2016) (Figura 12). Com a exceção de *Maxakalisaurus topai*, encontrado no Estado de Minas Gerais, todos os outros morfótipos, provenientes desta unidade, foram encontrados em afloramentos do Estado de São Paulo.

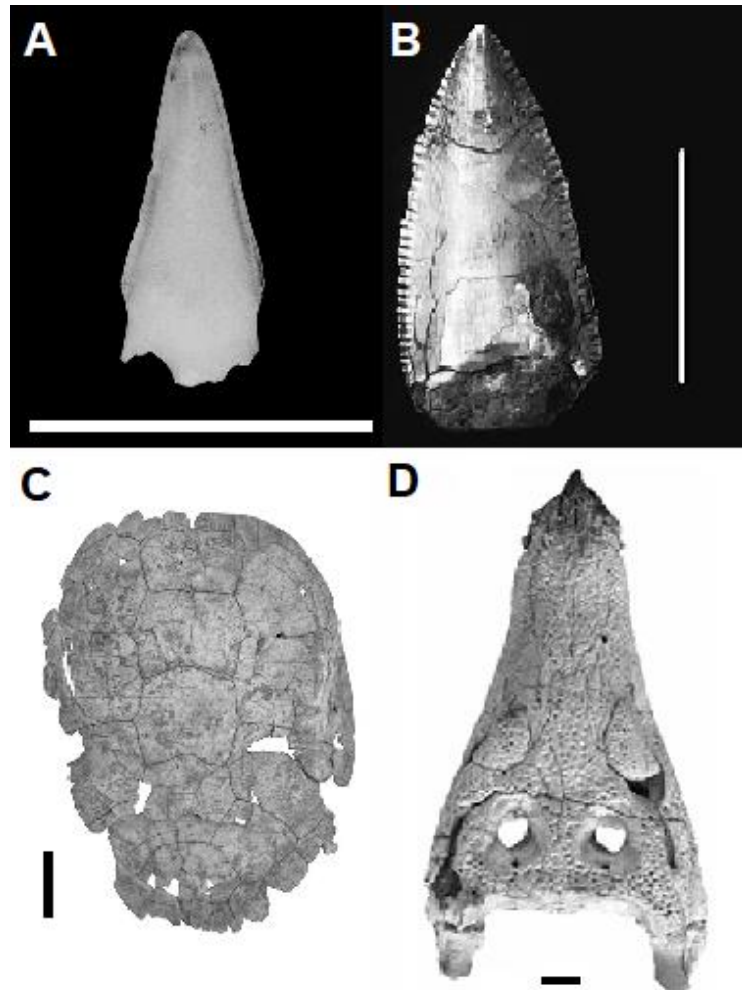


Figura 10 - Dente de Amiidae (A); dente de Maniraptora (B); carapaça de *Roxochelys wanderleyi* (C); crânio de *Montealtosuchus arrudacamposi* (D). Escalas = 5 mm (A); 10 mm (B); 50 mm (C); 2 cm (D). Fontes: Brito *et al.* (2017) (A); Geroto & Bertini (2014) (B); Romano *et al.* (2012) (C); Carvalho *et al.* (2007) (D).

4.3.2 Formação Marília

Assim como a Formação Adamantina, a Formação Marília também possui um rico registro fossilífero, apresentando importante diversidade de grupos paleobióticos. Em seus sítios paleontológicos foram encontrados fósseis de invertebrados (icnofósseis, gastrópodos, bivalvíos), peixes, anfíbios, testudinos, crocodylomorfos, terópodos e titanossauros (FERNANDES, 1998; SANTUCCI & BERTINI, 2001) (Figura 11).

Referente aos fósseis do Grupo Titanosauria, na Formação Marília também se encontram materiais que apresentam poucos elementos ósseos preservados, do

qual ainda não se pôde obter informações taxonômicas mais acuradas. Para esta unidade existem três morfótipos formalmente descritos, sendo eles *Trigonosaurus pricei* (CAMPOS *et al.*, 2005), *Baurutitan britoi* (KELLNER *et al.*, 2005) e *Uberabatitan ribeiroi* (SALGADO & CARVALHO, 2008) (Figura 12).

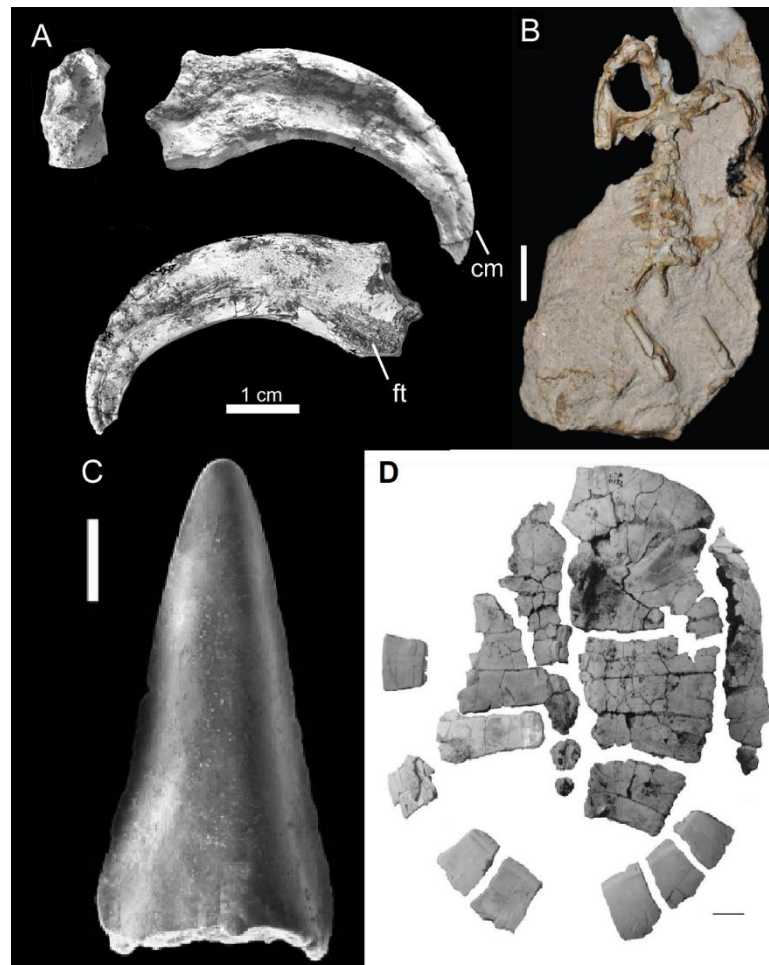


Figura 11 - Ungueal de terópodo (A); *Uberabatrachus carvalhoi* (B); Amiidae (C); *Cambaremys langertoni* (D). Escalas: 1 cm (A) e (B); 0,5 mm (C); 20 mm (D). Fonte: Novas *et al.* (2005) (A); Martinelli & Teixeira, (2015) (B); Martinelli *et al.* (2013) (C); França & Langer (2005) (D).

Espécie	Autores	Formação
<i>Uberabatitan riberoi</i>	Salgado & Carvalho, 2008	Marília
<i>Trigonosaurus pricei</i>	Campos <i>et al.</i> , 2005	Marília
<i>Adamantisaurus mezzalirai</i>	Santucci & Bertini, 2006	Adamantina
<i>Aelosaurus maximus</i>	Santucci & Arruda-Campos, 2011	Adamantina
<i>Baurutitan britoi</i>	Kellner <i>et al.</i> , 2005	Marília
<i>Gondwanatitan faustoi</i>	Kellner & Azevedo, 1999	Adamantina
<i>Austroposeidon magnificus</i>	Bandeira <i>et al.</i> , 2016	Presidente Prudente
<i>Makalisaurus topai</i>	Kellner <i>et al.</i> , 2006	Adamantina
<i>Brasilotitan nemophagus</i>	Machado <i>et al.</i> , 2013	Adamantina

Figura 12 - Relação dos morfótipos descritos para o Grupo Bauru. Fonte: Autora.

4.3.3 Formação Uberaba

Os fósseis na Formação Uberaba são escassos e pouco conhecidos. Em seus depósitos foram encontrados restos de vertebrados, como crocodylomorfos, ovos e fragmentos de terópodos, vértebras e elementos apendiculares de titanossauros, além de icnofósseis (SANTUCCI & BERTINI, 2001; SANTUCCI, 2008; MARTINELLI *et al.*, 2013; MARINHO *et al.*, 2021) (Figura 13).

Os elementos preservados, referentes ao Grupo Titanosauria, se limitam a elementos ósseos isolados, não apresentando um morfótipo de razoável completude, a ponto que ainda não há uma espécie formalmente descrita para a unidade.

Santucci (2002) analisou, em seu trabalho, elementos ósseos do Grupo Bauru, e observou que entres seus registros há ocorrências de titanossauros basais. O mesmo também é observado nos arredores de São José do Rio Preto.

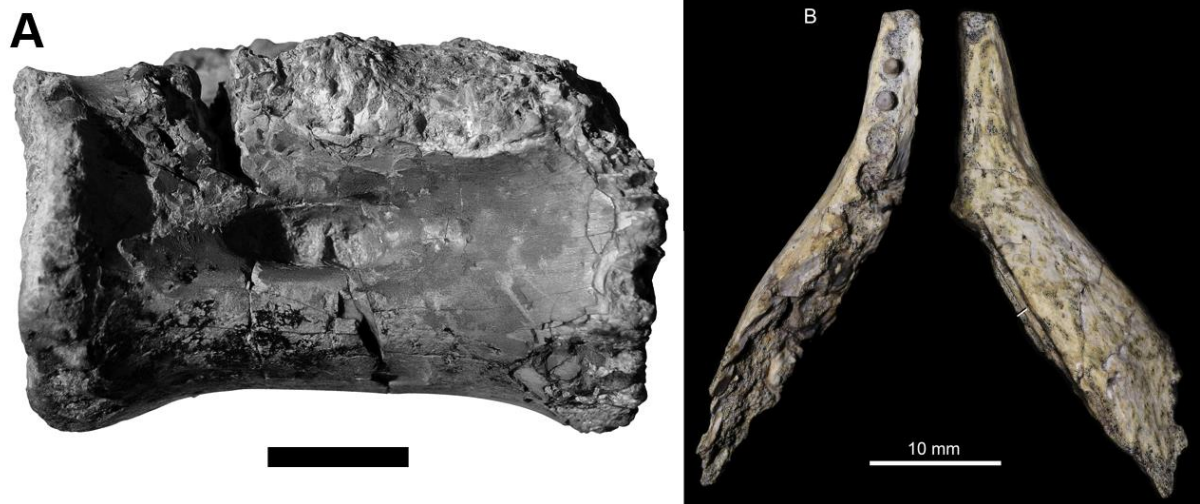


Figura 13 - *Megaraptora* indet. (A); *Eptalofosuchus viridi* (B). Escala: 20 mm (A); 10 mm (B).
Fonte: Martinelli *et al.* (2013) (A); Marinho *et al.* (2021) (B).

4.4 Caracterização paleoambiental

Basilici *et al.* (2012) informam que os depósitos da Formação Caiuá foram gerados por processos eólicos, em ambiente intra-continental desértico, com o intervalo inferior da área Oriental da bacia sendo formado sobre superfícies úmida e seca. Os processos responsáveis pelo transporte primário destes sedimentos, para o interior da área deposicional, eram ligados a sistemas subaquáticos canalizados e não canalizados. O Grupo Bauru também apresenta uma alternância de depósitos e paleossolos em sua sucessão sedimentar, registrando períodos mais secos, com influência eólica dominante, e mais úmidos, em que se desenvolviam vegetação e formação de solo (BASILICI *et al.*, 2012) (Figura 14).

Soares *et al.* (1980) consideram que no início do Cretáceo o paleoclima do Grupo Bauru favoreceu um ambiente desértico. Com o resfriamento regional este ambiente foi gradativamente substituído por sistemas fluviais anastomosados, e posteriormente meandrantés, evoluindo para leques aluviais, tornando-se novamente árido no final do ciclo.

Fernandes (1996) sugere um clima semi-árido a árido para o Grupo Bauru, com presença dos sistemas fluviais entrelaçados na Formação Adamantina, evoluindo para leques aluviais marginais, registrados na Formação Marília. De

acordo com Fernandes (1998), esta aridez foi crescente em direção ao interior da área deposicional, o que justificaria a progressiva escassez de registros fossilíferos no sentido das bordas para o interior.

Paula e Silva *et al.* (2006) utilizam a subdivisão litoestratigráfica para o Grupo Bauru proposta por Paula e Silva (2003) e Paula e Silva *et al.* (2005), onde é dividido nas formações Caiuá, Pirapozinho, Birigui, Santo Anastácio, Araçatuba, Adamantina e Marília. Paula e Silva *et al.* (2006) mostraram, em seu trabalho, que a deposição cretácica suprabasáltica do Grupo Bauru foi marcada por três fases deposicionais. A primeira representada pelas formações Caiuá e Pirapozinho, a segunda pela Formação Santo Anastácio e a terceira pelas formações Araçatuba e Adamantina. A Formação Marília não estava presente na área estudada de Paula e Silva *et al.* (2006), portanto não é mencionada uma possível quarta fase deposicional. Os mesmos autores registram que a evolução paleoambiental do Grupo Bauru foi dominada por processos aluviais e lacustres, com sedimentação eólica restrita, sem extrema aridez na região paulista, diferente do que tinha sido levantado por trabalhos anteriores, onde a deposição inicial foi considerada de caráter desértico.

A Formação Adamantina apresenta depósitos arenosos com estruturas em *fining upward* e terminação em pelitos. Devido a esta característica, diversos autores consideram que sua deposição ocorreu em ambientes de planícies fluviais, com sistema meandrante, por vezes entrelaçado (SOARES *et al.*, 1980; PAULA E SILVA *et al.*, 2005; PAULA E SILVA *et al.*, 2006; BASILICI *et al.*, 2012). Seus depósitos ainda apresentam intercalações silto-argilosas, com padrão em *coarsening upward*, o que seria um indicativo de sedimentação em sistema fluvial progradante (PAULA E SILVA, 2003; PAULA E SILVA *et al.*, 2005). A caracterização como sistema fluvial meandrante também é proposta para depósitos da “Formação Presidente Prudente” (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

No que se diz respeito ao âmbito paleoambiental, a maioria dos autores propõem, para a Formação Marília, ambiente deposicional em leques aluviais, (SOARES *et al.*, 1980; FERNANDES, 1996; PAULA E SILVA *et al.*, 2005). Sobre seus membros, Fernandes & Coimbra (2000) caracterizam os arenitos dos membros Ponte Alta e Serra da Galga como depósitos de ambiente fluvial entrelaçado, enquanto o Membro Echaporã possui características de fluxos distais de leques aluviais, acumulados em forma de lençóis.

A Formação Uberaba depositou-se em sistema fluvial entrelaçado de baixas e médias sinuosidades, com predomínio de macroformas de acreção, sobretudo a jusante, e formas de crescimento laterais restritas (FERNANDES, 1998; FERNANDES & COIMBRA, 2000). Segundo Fernandes (1998) existe uma tendência de granodecrescência para o topo da unidade, que talvez tenha como causa a redução da declividade, decorrente de um assoreamento progressivo da depressão original.

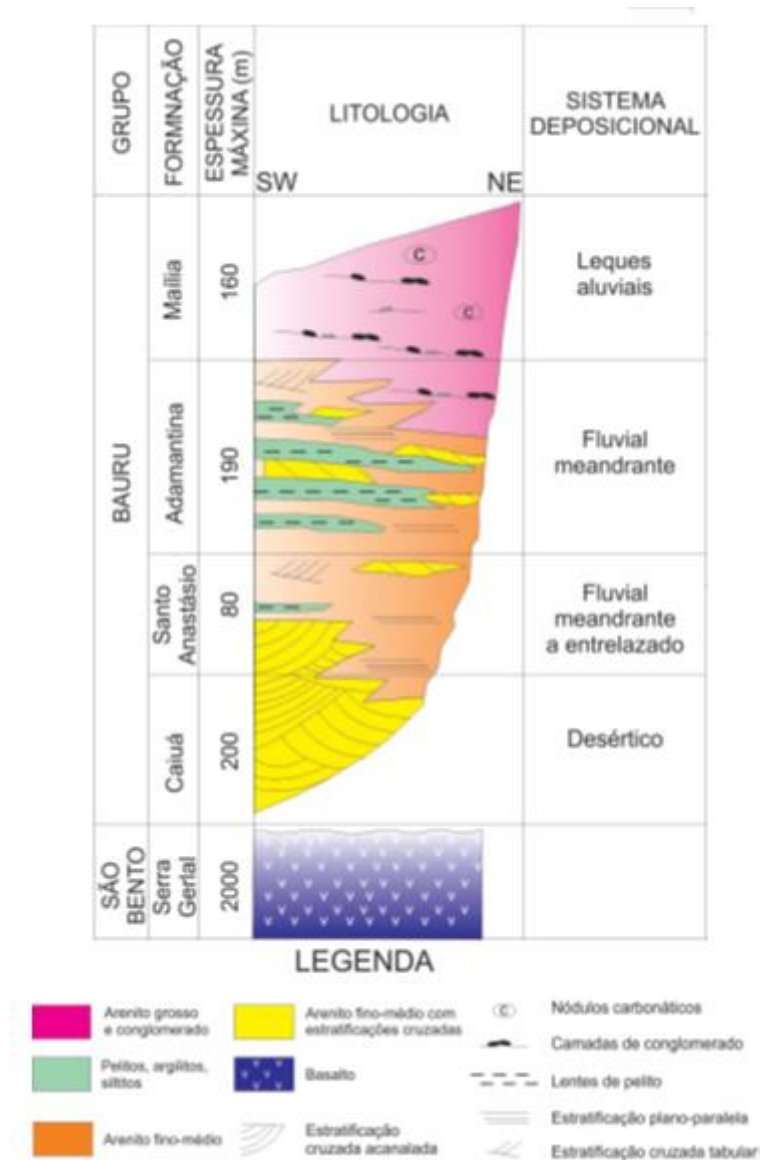


Figura 14 – Síntese estratigráfica do Grupo Bauru. Modificado de: Basilici *et al.* (2012).

5 GRUPO DE ESTUDO

5. 1 Saurópodos

Saurópodos constituem o grupo dos maiores vertebrados continentais terrestres que existiu (UPCHURCH *et al.*, 2004). Seus registros fossilíferos indicam que surgiram no Triássico (Carniano-Noriano), se tornando os herbívoros predominantes durante a maior parte do Jurássico, sobrevivendo até o final do Cretáceo, quando foram extintos com o restante da fauna dos dinossauros não-avianos. Acumulam aproximadamente 140 milhões de anos de história durante a Era Mesozóica (WILSON, 2002; UPCHURCH *et al.*, 2004; WILSON & ROGERS, 2005).

O primeiro saurópodo a ser descrito foi *Cetiosaurus*, diagnosticado por Owen, em 1841. Owen usou, como base para descrição de *Cetiosaurus*, uma série de vértebras caudais, entre outros fragmentos, encontrados em depósitos da Inglaterra, que datavam do Jurássico Médio (UPCHURCH *et al.*, 2004). Desde então restos de saurópodos têm sido descritos em todos os continentes, exceto Antártica, comprovando diversificação e ampla distribuição paleobiogeográfica (WILSON & SERENO, 1998) (Figura 15).

Sauropoda está entre as linhagens de dinossauros mais diversas e difundidas, constituindo aproximadamente um quarto de todos os gêneros de dinossauros conhecidos (DODSON & DAWSON, 1992 *apud* WILSON, 2002; WILSON, 2002). A diversidade deste grupo foi incrementando com o correr do tempo geológico, atingindo grandes picos em Jurássico Superior na América do Norte e Cretáceo Superior na América do Sul (HUNT *et al.*, 1994 *apud* WILSON, 2002).

Em relação às famílias, McIntosh (1990) reconheceu seis de dinossauros saurópodos, entre elas estão Diplodocidae, contendo os gêneros *Diplodocus*, *Apatasaurus*, entre alguns outros; Brachiosauridae, incluindo *Brachiosaurus*; Camarasauridae; as duas famílias primitivas Vulcanodontidae e Cetiosauridae; Titanosauridae. A maioria das famílias de saurópodos existia no Jurássico Superior.

No Brasil são encontrados principalmente trabalhos dedicados à Família Titanosauridae. As ocorrências de fósseis de titanossauros são muito comuns em

depósitos do Cretáceo Superior sul-americano, e em termos de números de espécies de saurópodos encontradas no Brasil, esta é a família mais representativa (SANTUCCI & BERTINI, 2001).

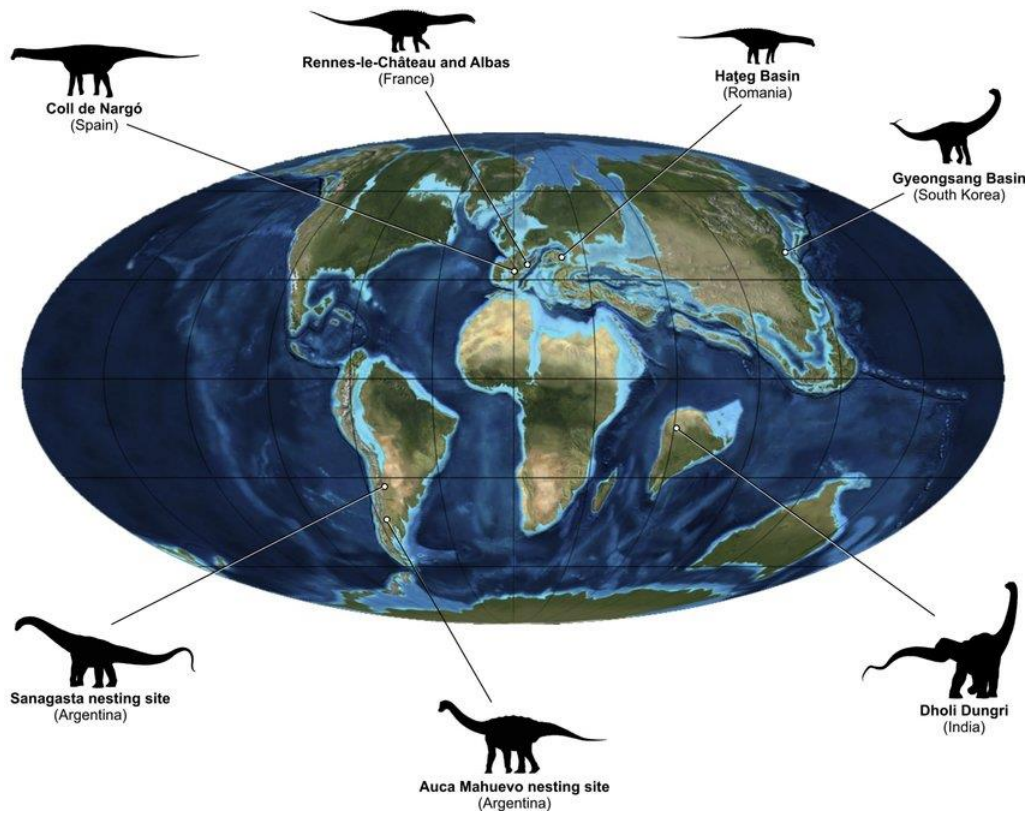


Figura 15 - Distribuição de titanossauros no Cretáceo Superior. Fonte: Hechenleiter *et al.* (2015).

5. 1. 1 Características morfológicas

Saurópodos não possuíam variação morfológica marcante, sendo caracterizados principalmente por possuírem postura quadrúpede, cabeça pequena, pescoço longo e cauda longa. Crânio pequeno é indício de que estes animais tinham cérebro excessivamente menor em proporção ao resto do corpo (Figura 16) (ROMER, 1966; WILSON & ROGERS, 2005).

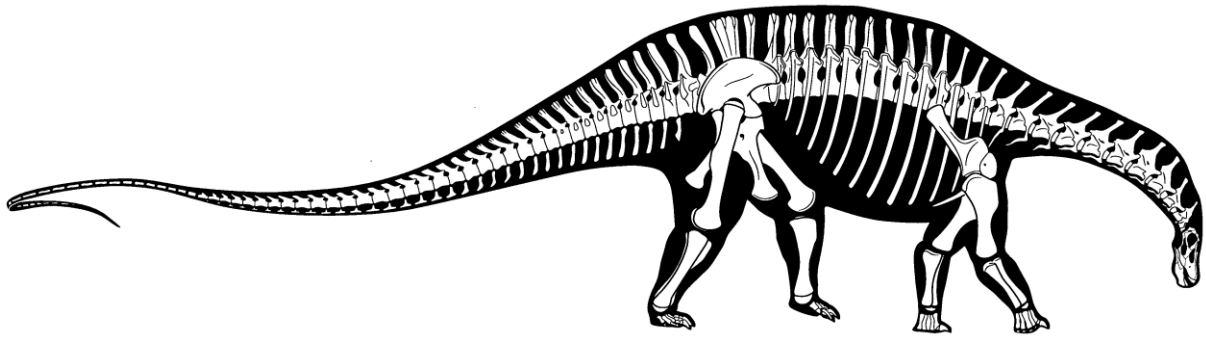


Figura 16 - Reconstituições osteológica e da silhueta de *Dicraeosaurus hansemanni*. Fonte: Wilson (2002).

A coluna vertebral destes dinossauros era robusta, capaz de suportar e distribuir o peso do seu enorme corpo para os membros. As vértebras cervicais anteriores, que suportavam somente o pequeno crânio, eram relativamente pequenas (ROMER, 1966). Vértebras posteriores, e centros vertebrais, se tornam cada vez mais massivos até a região da pélvis, assim como a altura dos espinhos neurais, sugerindo grande quantidade de tendões e ligamentos nesta região, que serviriam de auxílio para a coluna vertebral sustentar o corpo do animal (ROMER, 1966).

McIntosh (1990) definiu que um indivíduo do Grupo Sauropoda possuía, além das características citadas acima, narinas grandes, deslocadas para a região mais dorsal do crânio; quadrado-jugal grande; doze a dezenove vértebras cervicais; oito a quatorze vértebras dorsais; vértebras pré-sacrais com pleurocelos profundos; escápula disposta mais horizontalmente que verticalmente; ossos apendiculares robustos; retenção de garras apenas no dígito I anterior; número de falanges reduzido nos dígitos IV e V das patas posteriores.

Salgado *et al.* (1997) citam que algumas das características propostas por McIntosh (1990) eram pouco conhecidas entre saurópodos mais basais, e definiu em seu trabalho as seguintes sinapomorfias para Sauropoda. Vértebras cervicais e dorsais anteriores opistocélicas; quatro, ou mais, vértebras sacrais; ílio com pedicelo púbico muito maior que a articulação com ísquio; fêmur aproximadamente reto em vista lateral; metatarsos mais curtos que metacarpos.

Wilson & Sereno (1998) diagnosticaram o Grupo Sauropoda como possuindo uma postura obrigatoriamente quadrúpede, com orientação colunar dos principais ossos apendiculares; quatro ou mais vértebras sacrais; crista deltopeitoral do úmero

baixa; olecrano ausente; ulna com articulação proximal trirradiada; rádio com articulação distal sub-retangular, com margem posterior achatada para a ulna; ílio com pedicelo isquiático baixo; lâmina isquiática igual ou mais longa que a lâmina púbica; quarto trocânter do fêmur reduzido a uma crista baixa; astrágalo com a fossa anterior e foramen na base do processo ascendente ausentes; tarsais distais 3 e 4 ausentes; meta-tarsais I e V com articulação proximal subigual aos meta-tarsais II e IV; meta-tarsal V 70 %, ou mais, mais longo que o meta-tarsal IV; dígito I ungueal da pata traseira amplo, profundo e estreito.

Upchurch *et al.* (2004) citam, como características diagnósticas de Sauropoda, presença de lâmina centro-diapofiseal nas vértebras cervicais anteriores e médio-cervicais; razão do comprimento entre membros anteriores e posteriores maior que 0.60 cm; articulação proximal da ulna trirradiada; articulação distal do rádio sub-retangular; razão do comprimento entre metacarpos III e V maior que 0.90 cm; área de conexão do ligamento estriada e triangular, nas porções proximais dos metacarpos; porção distal do ísquio comprimido; trocânter anterior do fêmur reduzido a uma crista baixa; porções médias e distais do fêmur retas em vista cranial; fêmur elíptico em seção transversal; razão do comprimento entre tíbia e fêmur menor que 0.70cm; crista cnemial da tíbia reduzida a uma crista baixa; astrágalo com depressão e foramen nutritivo na base do processo ascendente ausentes; razão do comprimento entre metatarso III e tíbia menor que 0.40cm; superfícies proximais dos metatarsos I e V maiores que as observadas no metatarsos II, III, e IV; razão do comprimento entre metatarsos III e V igual ou maior que 0.85cm.

5. 2 Titanossauros

Titanossauros foram os últimos saurópodos sobreviventes, alcançando distribuição geográfica muito ampla. Seus registros são encontrados em todos os continentes, exceto Antártica, datando a partir do Jurássico Superior, sobrevivendo até Cretáceo Superior (CURRY-ROGERS & FOSTER, 2001; CURRY-ROGERS, 2005).

O Clado Titanosauria foi proposto por Bonaparte & Coria (1993), com o intuito de unir os grupos Andesauridae e Titanosauridae. O primeiro grupo foi caracterizado

pela presença de hipósfeno-hipantro e vértebras caudais anfipláticas, o segundo pela ausência de hipósfeno-hipantro e vértebras caudais procélicas.

Em Salgado *et al.* (1997) o Clado Titanosauria foi definido como o grupo que inclui o ancestral comum mais recente entre o Gênero *Andesaurus* e a Família Titanosauridae, e todos os seus descendentes. As sinapomorfias propostas para o clado são pleurocelos em formato de olho no centro das vértebras dorsais; vértebras dorsais posteriores com lâmina infra-diapofiseal ventralmente ampla e levemente bifurcada; presença de lâmina centro-parapofiseal nas vértebras caudais posteriores; vértebras caudais anteriores procélicas; púbis consideravelmente mais longo que ísquio.

Salgado *et al.* (1997) também reconheceram *Brachiosaurus* como grupo-irmão de Titanosauria, formando com estes o Grupo Titanosauriformes. As sinapomorfias propostas para Titanosauriformes são presença de lâmina pré-espinhal nas vértebras dorsais posteriores; arcos neurais posicionados anteriormente nos centros das vértebras caudais médias e posteriores; garra ou dígito I manual reduzido ou ausente; lobo pré-acetabular do ílio expandido; pedúnculo púbico perpendicular ao eixo sacral; presença de proeminente protuberância lateral abaixo do quarto trocanter do fêmur.

Wilson & Sereno (1998) definiram o Grupo Titanosauria como os Titanosauriformes mais próximos de *Saltasaurus* do que *Brachiosaurus* e *Euhelopus*, possuindo as seguintes sinapomorfias: centro da vértebra caudal anterior convexo na face posterior; vértebras caudais anteriores e médias com lâminas pré-espinhal e pós-espinhal; placas esternais largas, com margens laterais fortemente côncavas; ulna com processo olecrano; ísquio mais longo que púbis.

Wilson & Sereno (2002) definem Titanosauria como o grupo que inclui *Malawisaurus*, Nemegtosauridae, *Titanosaurus colberti* e Saltosauridae. As sinapomorfias que sustentam o grupo seriam pleurocelos nas vértebras cervicais indivisas; arcos neurais nas vértebras dorsais posteriores, com articulação hipósfeno-hipantro ausentes; vértebra caudal anterior procélica; centros das vértebras caudais anteriores e médias apresentando cavidade longitudinal na região ventral; ausência de chevrons bifurcados; arco hemal profundo; placas esternais crescentes; processo olecrano da ulna proeminente; lâmina isquiática semelhante a uma placa, sem marginação distal ao pedúnculo púbico; porção distal da tíbia

expandida transversalmente, sendo o dobro da largura de seu eixo médio; presença de osteodermos.

Assim como em Salgado *et al.* (1997), Santucci (2002) tem, como Titanosauria, o clado que inclui o ancestral comum mais recente de *Andesaurus delgadoi*, *Opisthocoelicaudia skarzynkii*, *Malawisaurus dixeyi*, Titanosauridae e todos os seus decedentes. Como sinapomorfias o grupo apresenta as vértebras caudais anteriores com convexidades nas faces anteriores e posteriores pouco desenvolvidas; pleurocelos nas vértebras dorsais, com margens anteriores arredondadas e posteriores acuminadas; lâmina centro-parapofiseal ligando a base da lâmina centro-diapofiseal com a parapófise nas vértebras dorsais posteriores; púbis maior que ísquio.

Upchurch *et al.* (2004) definem Titanosauria como os táxons mais próximos de *Saltasaurus* do que *Brachiosaurus*, diagnosticado por apenas duas características: placa esternal com proeminente expansão pôstero-lateral no final da porção posterior; rádio e ulna extremamente robustos. Os autores fazem uma divisão simples, separando os titanossauros em mais basais e derivados, que são classificados como Lithostrotia, com alguns membros sendo designados como pertencentes ao Clado Saltosauridae.

Na análise de Santucci (2005), Titanosauria é suportado apenas pela presença de lâmina espino-pószigapofiseal simples nas vértebras dorsais médias e posteriores.

Curry-Rogers (2005) observou que grande parte destas análises cladísticas concorda que *Andesaurus* é um titanossauro, *Opisthocoelicaudia* e *Alamosaurus* seriam titanossauros mais derivados, e a presença de um grupo unindo *Saltasaurus* e *Neuquensaurus*, destacando a riqueza de gêneros do Grupo Titanosauria. Em sua própria análise, onde é incluído o Gênero *Rapetosaurus*, Curry-Rogers (2005) classifica *Andesaurus* como titanossauro basal, confirma monofilia dos Titanosauriformes e não monofilia da Família Andesauridae.

A Família Titanosauridae também passou por diversas classificações. Foi proposta inicialmente por Lydekker em 1893, usando o Gênero *Titanosaurus* como base para sua descrição (WILSON, 2002; WILSON & UPCHURCH, 2003). McIntosh (1990) listou como sinapomorfias de Titanosauridae vértebras dorsais com pleurocelos elípticos e não arredondados; espinhos neurais direcionados fortemente

para trás, processos transversos projetados para cima e aos lados, sendo muito robustos na região dorsal anterior; presença de segunda vértebra dorso-sacral fundida ao ílio; vértebras caudais fortemente procélicas, com convexidade da face posterior bem desenvolvida ao longo de toda a cauda; arcos neurais localizados na metade anterior do corpo vertebral; placas esternais grandes; hemapófises simples; porção distal da escápula estreita.

Salgado *et al.* (1997) confirmaram, em sua análise, a monofilia da Família Titanosauridae, porém não consideraram o mesmo para Andesauridae. Os autores definiram Titanosauridae como o clado que inclui o ancestral comum mais recente de *Epachthosaurus sciuttoi*, *Malawisaurus dixeyi*, *Argentinosaurus huinculensis*, Titanosaurinae indet (antiga DGM Série B, hoje *Trigonosaurus pricei*), *Opisthocoelicaudia skarzynskii*, *Aeolosaurus rionegrinus*, *Alamasaurus sanjuanensis*, Saltosaurinae e todos os seus descendentes. No mesmo trabalho Salgado *et al.* (1997) propuseram, como sinapomorfias do grupo, ausência de hipósforo-hipantro nas vértebras dorsais posteriores; seis vértebras sacrais; vértebras caudais anteriores fortemente procélicas, o mesmo para as caudais médias e posteriores; placas esternais com formato semi-lunar; ausência de falange ungueal I nas patas anteriores; ausência de falanges nas patas anteriores; lobo pré-acetabular do ílio aproximadamente horizontal, projetado para fora.

Na análise de *Malawisaurus dixeyi*, de Jacobs *et al.* (1993), os autores definiam, como características diagnósticas para Titanosauridae, ílio expandido transversalmente; vértebras caudais anteriores fortemente procélicas (nos titanossauros mais derivados estas vértebras também são procélicas); dentes estreitos e cilíndricos em espécies mais basais, podendo ser cônicos nas mais derivadas; presença dos dentes não limitada a porção anterior das maxilas; narinas externas posicionadas mais anteriormente; espinhos neurais nas vértebras cervicais não divididos, com as costelas cervicais se sobrepondo a vértebra seguinte. As últimas duas características classificadas como plesiomórficas.

Em Santucci (2002), a Família Titanosauridae é definida como incluindo o ancestral comum mais recente de *Epachthosaurus sciuttoi*, *Argentinosaurus huinculensis*, *Titanosaurus colberti*, *Trigonosaurus pricei* (antiga Série B), CPP 217, *Baurutitan britoi* (antiga Série C), *Adamantisaurus mezzalirai* (MUGEO 1282), *Aeolosaurus rionegrinus*, CPP sem número, Saltosaurinae e todos os seus

descendentes. As sinapomorfias, que suportam o clado na análise, são vértebras caudais anteriores e posteriores fortemente procélicas; diapófises com topo plano nas vértebras dorsais posteriores.

Em reavaliação do Gênero *Titanosaurus*, Wilson & Upchurch (2003) consideram *Titanosaurus indicus* como “nomen dubium”, por não existirem características diagnósticas, sendo espécie e gênero inválidos (Figura 17). Portanto os autores recomendam que os táxons que utilizam o gênero como base (Titanosauroidea, Titanosauridae, Titanosaurinae) deveriam cair em desuso. Os mesmos autores utilizam o nome Saltosauridae no lugar de Titanosauridae. Ainda sobre esta questão Salgado (2003) informa que o termo Titanosauridae não precisa ser necessariamente abandonado, pois segundo as recomendações do Código de Nomenclatura Filogenética, os nomes dos clados devem ser escolhidos de forma que minimizem alterações na nomenclatura corrente. Acrescenta que mesmo a espécie tipo no Gênero *Titanosaurus* sendo inválida ainda é um titanossauro, por apresentar vértebras caudais procélicas.

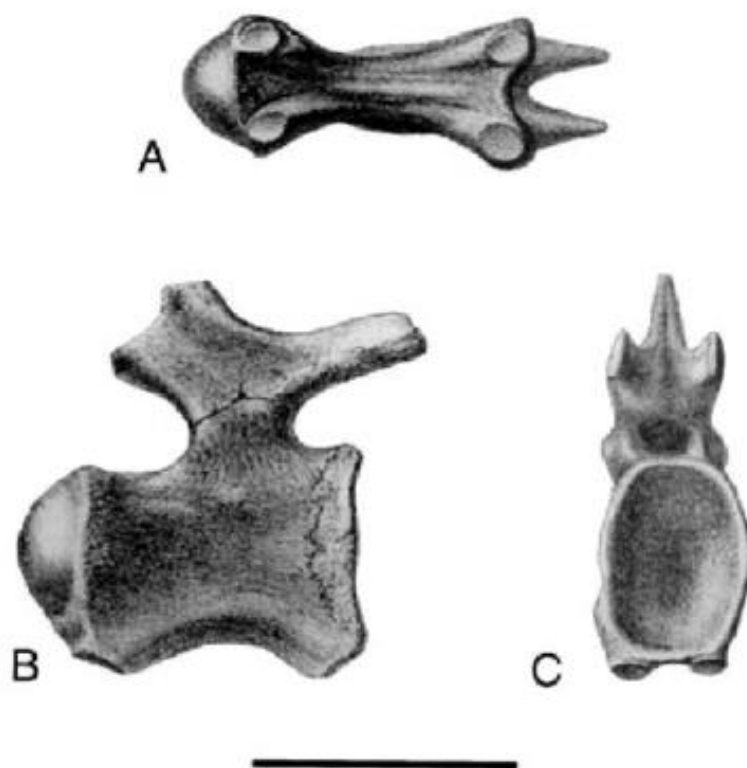


Figura 17 - Vértebra caudal distal de *Titanosaurus indicus*, em vista ventral (A); lateral direita (B) e anterior (C). Escala = 15 cm. Fonte: Wilson & Upchurch (2003).

Outros autores, como Sereno (1998) e Wilson (2002), também utilizam Saltosauridae ao invés de Titanosauridae. Em uma análise sobre o trabalho de Sereno (1998), Salgado (2003) observou que os dois grupos não são equivalentes, sendo o Clado Saltosauridae menos inclusivo, excluindo táxons que tradicionalmente eram classificados como Titanosauridae, como *Aeolosaurus*, *Antarctosaurus*, *Epachthosaurus*, *Malawisaurus*, entre outros.

Santucci (2005), ao avaliar o material de *Titanosaurus indicus*, notou que nas margens anterior e posterior da face ventral de suas vértebras caudais existem depressões bem desenvolvidas para articulação das hemapófises, característica desconhecida em outros titanossauros, bem como nos demais saurópodos, sendo uma característica exclusiva de *T. indicus*. Assim *T. indicus*, e todos os morfótipos relacionados à espécie, seriam válidos.

No trabalho de Santucci (2005) Titanosauridae é suportado pela presença de vértebras caudais anteriores fortemente procélicas, e médias e posteriores também com procelia muito desenvolvida.

Calvo *et al.* (2007) observam, na análise do Morfótipo *Muyelensaurus pecheni*, que o Clado Titanosauridae é suportado por dez sinapomorfias, sendo elas dentes em forma de lápis / cinzel; ausência de pleurocelos divididos por septo nas vértebras cervicais; presença de pleurocelos na primeira vértebra caudal; pleurocelos profundos nas vértebras caudais anteriores, com côndilos proeminentes; comprimento das pré-zigapofises cerca de 40 a 50 % do comprimento do centro vertebral nas vértebras caudais; processo glenóide da escápula fortemente chanfrado medialmente; borda proximal do úmero reta ou levemente curva; processo oleocrano proeminente na ulna; presença de osteodermos. Em seu trabalho os autores confirmam também a hipótese de que *Malawisaurus* é grupo irmão de *Mendozasaurus*, proposta por Gonzáles-Riga (2003).

5. 2. 1 Alguns materiais de titanossauros existentes na área de estudo

Neste tópico foram mantidas as informações sobre os materiais contidas nos trabalhos dos quais foram retiradas, como unidade geológica e idade. Materiais descritos como provenientes da Formação São José do Rio Preto foram agrupados junto àqueles da Formação Adamantina.

5. 2. 1. 1 Formação Adamantina

Antarctosaurus sp. Incertae sedis (ARID & VIZOTTO, 1971)

Material: GP-RD-2, 3 e 4. Fêmur esquerdo (GP-RD-2); úmero direito (GP-RD-3) e vértebra dorsal posterior (GP-RD-4) (ARID & VIZOTTO, 1971).

Localidade: Rodovia Estadual São José do Rio Preto - Barretos (km 5).

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Cretáceo Superior.

Descrição: Quarto trocânter do fêmur com 30 cm de comprimento e 3 cm de altura máxima, disposto em sentido longitudinal, com o ponto mais alto da saliência provavelmente atingindo a porção média, ou pouco mais acima. O úmero destaca-se por ser mais esbelto que o observado em outros titanossauros, possuindo o bordo da epífise proximal marcada por sulcos, seu bordo lateral sendo côncavo, apresentando crista deltóide alongada e achatada. A vértebra dorsal é incompleta, opistocélica, apresentando pleurocelos bem pronunciados e com formato elíptico, canal neural circular, possivelmente se tratando de 7ª ou 9ª vértebra dorsal (ARID & VIZOTTO, 1971; SANTUCCI, 2002).

Observações. Autores como Powell (1986) e Bertini (1993 *apud* SANTUCCI, 2002) classificam o morfótipo como “nomen dubium”. Santucci (2002) destacou que, apesar das semelhanças do morfótipo com o Gênero *Antarctosaurus*, a pouca quantidade de elementos ósseos observados torna controversa a aceitação desta eventual nova espécie, sendo mais adequado considerá-la somente como *Antarctosaurus sp.*

Aeolosaurus indet. (ALMEIDA *et al.*, 2004)

Material: UFRJ-DG 270-R. Uma vértebra caudal associada a seu respectivo arco hemal (Figura 18).

Localidade: Serra da Boa Vista, Rodovia Prata-Campina Verde, 40 km a Oeste da Cidade de Prata, região do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Vértebra caudal fortemente procélica, com a face articular posterior em formato de coração, seu arco neural possuindo formato ovalado, posicionado anteriormente em relação ao centro da vértebra. O espinho neural é longo, apresentando lâmina pré-espinhal bem desenvolvida. Pré-zigapófise e pós-zigapófise possuem articulações ovaladas, sendo a pré-zigapófise longa e a pós-zigapófise bem pronunciada (ALMEIDA *et al.*, 2004).

Titanosauria *indet* (CANDEIRO *et al.*, 2006)

Material: MMR-UFU-PV 0001. Vértebras caudais e vários fragmentos de ossos desarticulados (Figura 19).

Localidade: Cidade de Prata.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Vértebras caudais fortemente procélicas.

Gênero e espécie *Indet.* (AVILLA *et al.*, 2005)

Material: MZ sem número. Fragmentos cranianos e pós cranianos.

Localidade: Município de Presidente Prudente-SP, Brasil.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Dentário apresentando sínfise perpendicular ao ramo da mandíbula. Este morfótipo foi atribuído preliminarmente aos Nemegtosauridae (AVILLA *et al.*, 2005 *apud* BITTENCOURT & LANGER, 2012).

Observações: Se for confirmado que este material pertence a Nemegtosauridae sugere uma ligação paleogeográfica entre Laurásia e América do Sul (CANDEIRO *et al.*, 2006 b).

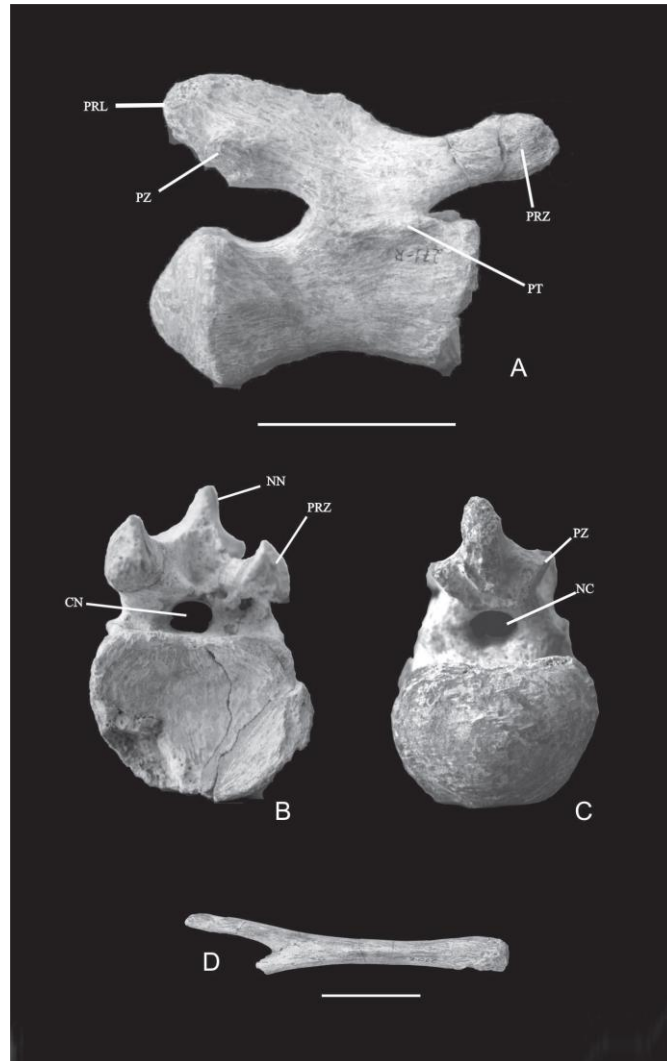


Figura 18 - Vértebra caudal de UFRJ-DG 270-R. Vistas lateral (A), anterior (B) e posterior (C); arco hemal (D). Fonte: Almeida *et al.* (2004).



Figura 19 - Vértebra caudal MMR-UFU-PV 0001, em vista lateral esquerda. Modificado de Candeiro *et al.* (2006).

Titanosauria *indet.* (SANTUCCI, 2002)

Material: Sem número. Uma vértebra caudal anterior.

Localidade: Vila Ventura, Uchôa - SP.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Vértebra caudal anterior, provavelmente posicionada entre primeira e terceira, com centro vertebral fortemente procélico e apresentando pleurocelos. Suas pós-zigapófises possuem facetas articulares em formato elíptico, apresentando vestígios de lâminas centro-pószigapofiseais. As pré-zigapófises são aparentemente curtas, delgadas e muito largas. Processo transversal esquerdo apresentando base longa, posicionado mais inferior e anterior ao arco neural. O canal neural é mais alto que largo (SANTUCCI, 2002).

Titanosauria *indet.* (SANTUCCI, 2002)

Material: Sem número. Duas vértebras caudais médio-posteriores procélicas.

Localidade: Vila Ventura, Uchôa - SP.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Espinho neural preservado baixo, arco neural possuindo a mesma largura do corpo vertebral, canal neural mais alto que largo, processos transversos reduzidos a protuberâncias robustas. A face ventral do centro vertebral é plana, com articulações para hemapófises em seu bordo posterior (SANTUCCI, 2002).

Titanosauria *indet.* (SANTUCCI, 2002)

Material: Sem número. Vértebra caudal média-anterior.

Localidade: Ibirá - SP.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: O arco neural da vértebra ocupa a metade anterior do centro vertebral, tendo aproximadamente metade de seu comprimento. Os processos transversos constituem robustas protuberâncias, pouco desenvolvidas (SANTUCCI, 2002).

Titanosauria indet. (SANTUCCI, 2002)

Material: GP-RD-6. Vértebra caudal média.

Localidade: Vila Ventura, Uchôa - SP, próximo à Rodovia Washigton Luís.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Arco neural curto, localizado na região anterior central. Processos transversos muito reduzidos e robustos. O corpo vertebral possui a face ventral plana, e o centro vertebral é levemente procélico (SANTUCCI, 2002).

Titanosauria indet. (AURELIANO *et al.*, 2021)

Material: LPP-PV-0043. Fragmento de fíbula.

Localidade: Ibirá - SP.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Segundo Aureliano *et al.* (2021), o fregmento fibular possui o eixo maciço, sua seção transversal é em forma de "D", o processo lateral é levemente orientado látero-anteriormente, e o osso esponjoso envolve completamente a cavidade medular.

Observações: Os autores Aureliano *et al.* (2021) realizaram um estudo histológico e parasitológico do material, onde identificaram uma inflamação no osso causada pela infestação de parasitas sanguíneos. Os autores também citam que este elemento ósseo está associado ao material de um novo Saltosauridae a ser descrito.

5.2.1.2 Formação Marília

Titanosaurus sp (BERTINI *et al.*, 2001)

Material: CPP 393 a 402; MPMA-14; MPMA-15 e MPMA-63. Sequência de vertebrae caudais; hemapófises de vertebra caudal media quase completa; sequência de doze vértebras caudais medias e distais; quarto fragmentos de centros de vertebrae pré-sacrais.

Localidade: Peirópolis - MG.

Unidade geológica: Formação Marília.

Idade: Maastrichtiano Superior (CANDEIRO *et al.*, 2006).

Titanosaurus sp (BERTINI *et al.*, 2001)

Material: MPMA-14; MPMA-15 e MPMA-63. Hemapófises de vértebra caudal média quase completa; sequência de doze vértebras caudais medias e distais; quarto fragmentos de centros de vértebras pré-sacrais.

Localidade: Monte Alto- SP.

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Echaporã.

Idade: neo-Campaniano / eo-Maastrichtiano.

Titanosauridae *indet.* (BERTINI *et al.*, 2001)

Material: MPMA-1; MPMA-2; MPMA-5; MPMA-8; MPMA-10; MPMA-18. Epífise proximal de femur direito; femur direito, sem as porções distais das epífises; epífise proximal de femur esquerdo; pubis esquerdo quase completo, com as extremidades levemente rotas, incluindo o pedicelo púbico; radio direito e úmero esquerdo quase completo.

Localidade: Monte Alto-SP.

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Echaporã.

Idade: neo-Campaniano / eo-Maastrichtiano.

Titanosauria *indet.* (SANTUCCI, 2002) *Incertae sedis* (AZEVEDO & KELLNER, 1998)

Material: CPP 297. Placa dérmica.

Localidade: Serra do Veadinho, proximidades de Peirópolis, Uberaba.

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: Segundo Santucci (2002) esta placa dérmica difere de materiais encontrados em Malawi por ser maior, e apresentar formato elíptico, e é diferente de materiais europeus e argentinos por ser pequena e não apresentar proeminências em sua porção dorsal.

Observações: Este material foi descrito anteriormente por Azevedo & Kellner (1998).

Titanosauridae gênero e espécie novos, *Incertae sedis* (SANTUCCI, 2002).

Material: MCT 1487-R (Série A). Série cervical quase completa, integrada pelo eixo e as onze vértebras cervicais restantes, além de três dorsais anteriores.

Localidade: Aproximadamente 2 km a Norte do Centro de Pesquisas Paleontológicas L. I. Price, antiga estação ferroviária da Estrada de Ferro Mogiana (depois FEPASA) de Peirópolis, na pedreira abandonada (“Caieira”) da Fazenda Peiró-Tormin, Serra do Veado, Município de Uberaba-MG (BERTINI, 1993 *apud* SANTUCCI, 2002).

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição diagnóstica: Vértebras da série cervical longas, largas e relativamente baixas, espinho neural curto e processos transversos bem desenvolvidos e robustos.

Observações: Santucci (2002) destaca, em sua análise, a diferença entre as parapófises deste material em relação as observadas em *Saltasaurus* e *Neuquensaurus*, levantadas anteriormente por Powell (1987). A Série A apresenta parapófises laminares, fixadas mais anteriormente no centro vertebral, e sendo mais estendidas que as parapófises dos morfótipos argentinos.

Santucci (2002) também observou que pré-zigapófises e pós-zigapófises da Série A diferem das encontradas em *Saltasaurus* e *Neuquensaurus* por sobressaírem pouco em relação às articulações do centro vertebral, e que suas vértebras são mais alongadas que as cervicais de *Titanosaurus colberti*, sem apresentar o arco neural comprimido ântero-posteriormente.

Powell (1986, 1987) e Bertini (1993, 1994) classificam este material como Titanosaurinae, porém Santucci (2002) argumenta que não há sinapomorfias que suportem tal classificação, devido à ausência de vértebras cervicais em outros táxons pertencentes a esta subfamília. Seria adequado definir a Série A somente como Titanosauridae.

Materiais adicionais de Titanosauridae gênero e espécie novos (SANTUCCI, 2002)

Material: CPP 102. Vértebra caudal anterior.

Localidade: Aproximadamente 2 km a Norte do Centro de Pesquisas Paleontológicas L. I. Price, antiga estação ferroviária da Estrada de Ferro Mogiana

(depois FEPASA) de Peirópolis, na pedreira abandonada (“Caieira”) da Fazenda Peiró-Tormin, Serra do Veado, Município de Uberaba-MG (BERTINI, 1993 *apud* SANTUCCI, 2002).

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: Vértebra caudal anterior apresentando o espinho neural não muito longo, com topo plano; lâminas pré-espinhais e pós-espinhais bem desenvolvidas, assim como a lâmina espinho-pószigapofiseal (SANTUCCI, 2002).

As pós-zigapófises possuem facetas articulares planas e reforçadas por lâminas centro-pószigapofiseais. As pré-zigapófises são curtas, com facetas articulares retangulares, apresentando lâmina espinho-prézigapofiseal bem desenvolvida (SANTUCCI, 2002).

Arco neural largo, ocupando quase todo o centro vertebral, seus processos transversos sendo bem desenvolvidos, inclinados para trás e ligeiramente abaixo e com bases largas. Seu centro vertebral é fortemente procélico, com faces laterais levemente côncavas (SANTUCCI, 2002).

Observações: Santucci (2002) considera este material um provável indivíduo mais jovem que CPP 217 “Titanosauridae gênero e espécie novos C”, proveniente da Formação Uberaba (mencionado mais posteriormente nesta presente análise). Segundo este autor, ambos os materiais apresentam as mesmas características, porém em CPP 102 são observadas de forma menos acentuada.

Titanosauridae gênero e espécie novos (SANTUCCI, 2002).

Material: CPP sem número. Vértebra dorsal média, centro de vértebra dorsal média, porção anterior do ílio esquerdo.

Localidade: Aproximadamente 2 km a Norte do Centro de Pesquisas Paleontológicas L. I. Price, antiga estação ferroviária da Estrada de Ferro Mogiana (depois FEPASA) de Peirópolis, na pedreira abandonada (“Caieira”) da Fazenda Peiró-Tormin, Serra do Veado, Município de Uberaba-MG (BERTINI, 1993 *apud* SANTUCCI, 2002).

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: Vértex dorsais médias, apresentando lâminas diapo-pószigapofiseais e pré-espinais divididas em três na porção mais basal, e lâmina centro-diapofiseal pouco expandida na região inferior. As diapófises são relativamente curtas, apresentando grande área para fixação muscular em sua porção dorsal (SANTUCCI, 2002).

Bordo dorsal do ílio reto, característica diferente da observada em outros titanossauros. Região anterior da lâmina ilíaca extremamente delgada e plana. O pedicelo púbico é robusto, com contorno retangular, face látero-posterior côncava (SANTUCCI, 2002).

A vértebra dorsal, provavelmente a 5ª, é opistocélica, com o centro vertebral longo e mais alto que largo, com grandes pleurocelos, profundos e de formato elíptico, o arco neural ocupando quase todo o centro vertebral. Parapófises e diapófises são praticamente fundidas na porção distal, com a parapófise se situando mais abaixo da diapófise. A diapófise é robusta e mais longa que a parapófise (SANTUCCI, 2002).

As pré-zigapófises apresentam as facetas articulares com formato elíptico, possuindo profunda depressão entre as lâminas centro-parapofiseal e centro-diapofiseal. As pós-zigapófises possuem um formato mais colunar, apresentando lâminas centro-pószigapofiseais robustas e pouco desenvolvidas (SANTUCCI, 2002).

Espinho neural robusto e largo, lâmina pré-espinal bastante delgada, presente em todo o eixo do espinho neural, com duas lâminas acessórias, também delgadas e bem desenvolvidas (SANTUCCI, 2002).

O outro centro vertebral de vértebra dorsal provavelmente corresponde a 6ª, e possui características bem semelhantes à provável 5ª dorsal (SANTUCCI, 2002).

Titanosauridae indet. Incertae sedis (SANTUCCI, 2002)

Material: MCT 1489-R. Ílio direito, seis vértebras sacrais e as duas últimas vértebras dorsais.

Localidade: Aproximadamente 4 km a Noroeste do Centro de Pesquisas Paleontológicas L. I. Price, antiga estação ferroviária da Estrada de Ferro Mogiana (depois FEPASA) de Peirópolis, na pedreira abandonada (“Caieira”) da Fazenda

Peiró-Tormin, Serra do Veado, Município de Uberaba-MG (BERTINI, 1993 *apud* SANTUCCI, 2002).

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: Presença de ligamentos ossificados unindo os espinhos neurais de segunda, terceira, quarta e quinta vértebras sacrais (POWELL, 1987 *apud* SANTUCCI, 2002). De acordo com Powell (1986) e Campos & Kellner (1999), este material é semelhante a MCT 1536-R (mencionado a seguir).

Observações: Este material foi descrito anteriormente por Powell (1987) e Campos & Kellner (1999).

Titanosauridae indet. Incertae sedis (SANTUCCI, 2002)

Material: MCT 1536-R. Ílios e seis vértebras sacrais.

Localidade: Aproximadamente 2 km a Norte do Centro de Pesquisas Paleontológicas L. I. Price, antiga estação ferroviária da Estrada de Ferro Mogiana (depois FEPASA) de Peirópolis, na pedreira abandonada (“Caieira”) da Fazenda Peiró-Tormin, Serra do Veado, Município de Uberaba-MG (BERTINI, 1993 *apud* SANTUCCI, 2002).

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: Nas comparações feitas por Campos & Kellner (1999), este material difere de *Argentinosaurus huinculensis* principalmente por não apresentar a primeira vértebra sacral muito grande, e por não exibir pleurocelos na segunda vértebra sacral. Difere ainda de *Titanosaurus colberti* e *Saltasaurus loricatus* por possuir a articulação posterior da última vértebra sacral côncava (CAMPOS & KELLNER, 1999 *apud* SANTUCCI, 2002).

Observações: Devido à falta de informações suficientes para estabelecer um maior refinamento taxonômico deste material, Santucci (2002) o classificou somente como *Titanosauridae indet.*

Titanosaurinae gênero e espécie novos (SANTUCCI, 2002)

Material: CPP 036, 037, 103, 110 e 458. Vértebra dorsal anterior (CPP 036); vértebra dorsal posterior (CPP 037); vértebra dorsal média (CPP 133); vértebra

cervical posterior ou dorsal anterior (CPP 110); vértebra dorsal posterior, talvez a 10ª ou última dorsal (CPP 458) (SANTUCCI, 2002).

Localidade: Peirópolis, Município de Uberaba-MG (CANDEIRO *et al.*, 2006).

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano superior (CANDEIRO *et al.*, 2006).

Descrição: Santucci (2002) faz extensa descrição de todos os materiais que serão citados brevemente aqui pela ordem numérica.

- CPP 036 é uma vértebra dorsal mais posterior, e com centro vertebral mais longo que o material CPP 110. É opistocélica, com pleurocelos largos e profundos, posicionados mais anteriormente no centro vertebral. Parapófises são robustas, projetadas para os lados e levemente para cima. Diapófises são bem desenvolvidas e projetam-se para os lados e acima.

As pré-zigapófises são robustas e a pós-zigapófise é uma estrutura colunar e curta; o espinho neural é baixo, largo e ligeiramente inclinado para trás.

- CPP 037 provavelmente é a 9ª vértebra dorsal. Seu centro vertebral é longo e alto, os pleurocelos são profundos, com formato elipsóide, localizados na porção central.

Os processos transversos (diapófises e parapófises) se projetam para cima e aos lados.

As pós-zigapófises são colunares e projetadas para baixo, suas facetas articulares sendo pequenas.

O espinho neural é longo, largo e levemente inclinado para trás.

- CPP 103 talvez corresponda a 5ª vértebra dorsal. Seu centro vertebral é mais alongado, alto e largo que CPP 036. Os pleurocelos são profundos, com formato elíptico e achatado.

Parapófises e diapófises projetam-se para os lados e levemente acima.

As pré-zigapófises possuem um formato elíptico, e as pós-zigapófises são robustas e colunares, projetando-se ligeiramente para baixo e aos lados.

O espinho neural, mal preservado, é largo e inclinado para trás.

- CPP 110 é vértebra cervical posterior ou dorsal anterior, correspondendo provavelmente à 13ª cervical ou 1ª dorsal. Seu centro vertebral é procélico, nas faces laterais existem pleurocelos bem definidos, profundos na porção mais anterior e em formato de olho.

Parapófises se projetam horizontalmente para os lados, são curtas e robustas. Diapófises são bem desenvolvidas e se projetam para o lado e acima.

Pré-zigapófises são curtas e robustas. Pós-zigapófises também são robustas, com facetas articulares amplas.

O espinho neural é baixo, largo e ligeiramente inclinado para trás.

- CPP 458 é uma vértebra dorsal posterior, talvez 10ª ou última dorsal. O centro vertebral é relativamente longo e mais largo que alto. Os pleurocelos são bem desenvolvidos e profundos, com formato elipsóide.

As pré-zigapófises são desenvolvidas e com facetas articulares maiores. As pós-zigapófises são colunares e robustas.

O espinho neural é praticamente vertical, alto e robusto.

Esta vértebra parece pertencer ao mesmo indivíduo do material CPP 037, pois ambas as vértebras se articulam perfeitamente.

Aeolosaurus sp. (CANDEIRO *et al.*, 2006)

Material: MPMA 's / n-1'. Ossos pós cranianos.

Localidade: Monte Alto - SP, Brasil.

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Echaporã.

Idade: Maastrichtiano.

Aeolosarus sp. (LOPES & BUCHMAN, 2008)

Material: LGP D0001 - D0010. Coracóide direito (LGP-D0001); centro parcial de vértebra caudal (LGP-D0002); vértebra caudal (LGP-D0003); falange (LGP-D0004); tibia esquerda (LGP D0005); fragmentos não identificados (LGP-D0009, LGP-D0010, LGP-D0007) (figuras 20 e 21).

Localidade: 5 km a Noroeste do Município de Veríssimo, a 30 km de Uberaba.

Unidade geológica: Formação Marília.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: A tibia não está parcialmente preservada, sua crista cnemial formando a concavidade anterior da epífise proximal.

O centro parcial da vértebra caudal representa a metade ventral do corpo vertebral, e é claramente procélico. A outra vértebra caudal é representada por um

centro vertebral quase completo, apresentando depressões semelhantes a pleurocelos, e seu formato indica que possa ser uma caudal anterior ou média.

O coracóide possui formato quadrangular, margens anteriores e dorsais são finas, e se unem em um ângulo abrupto, uma característica de saurópodos derivados, segundo Upchurch (1998). A margem pôstero-ventral é grossa, com superfície medial

Aeolosaurus sp (CANDEIRO *et al.*, 2006)

Material: CPP 248. Uma vértebra caudal.

Localidade: Peirópolis, Município de Uberaba-MG, Brasil.

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: Centro vertebral procélico, relativamente baixo, com face articular anterior semelhante a um coração. O processo transverso é bem desenvolvido, a base do arco neural é posicionada mais anteriormente no corpo vertebral, e o canal neural é oval. O espinho neural é bem desenvolvido.

Gênero e espécie indeterminada (CANDEIRO *et al.*, 2006)

Localidade: Peirópolis, Distrito de Uberaba-MG, Brasil.

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Material: CPP 102 e CPP 674; MPMA 0072-0093.

Idade: Maastrichtiano superior.

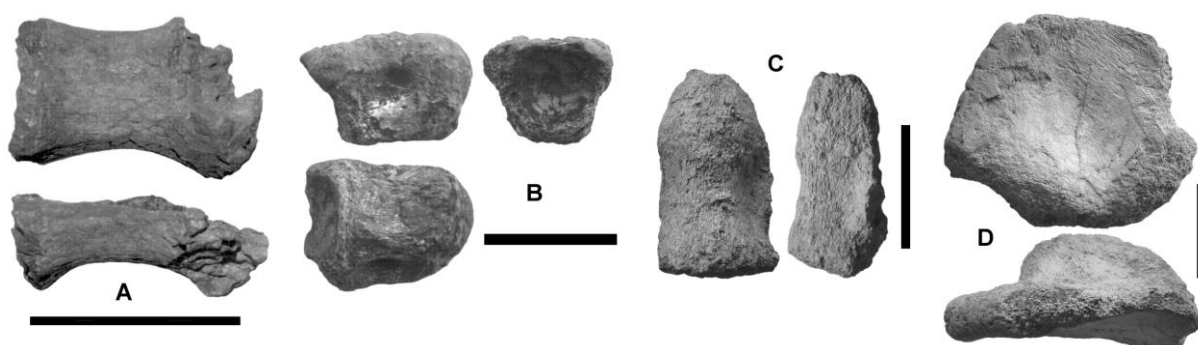


Figura 20 – Vértebras caudais, falange e coracóide de *Aeolosaurus* sp. Centro vertebral parcial (A) (LGP-D0002); centro vertebral caudal (B) (LGP-D0003); possível falange (C) (LGP-D0004) e coracóide direito em vistas medial (topo) e dorsal (inferior) (LGP-D0001) (D). Escala = 10 cm. Fonte: Lopes & Buchman (2008).

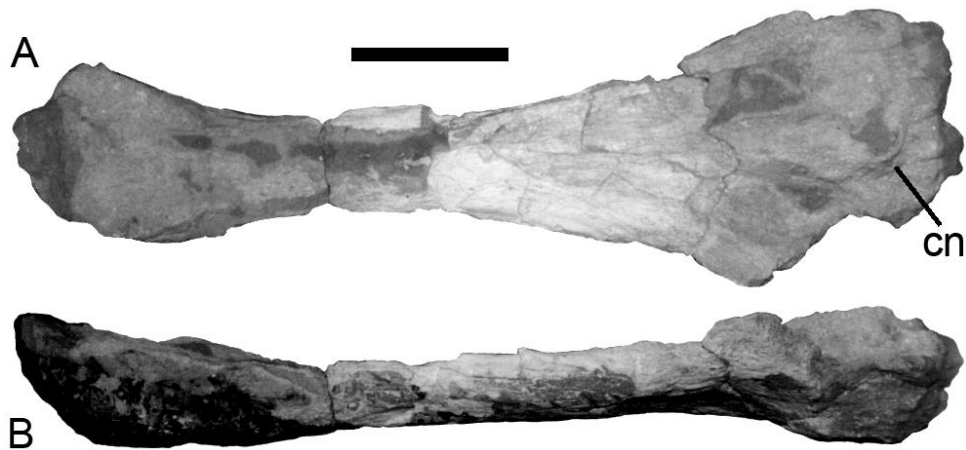


Figura 21- LGP D0005. Tíbia de *Aeolosaurus* sp em vistas lateral (A) e anterior (B). Escala = 10 cm.

5.2.1.3 Formação Uberaba

Titanosauria gen et sp nov. A (SANTUCCI, 2002)

Localidade: Bairro de Lourdes, Av. Leopoldino de Oliveira, Uberaba (MG)

Unidade geológica: Formação Uberaba.

Material: CPP 360. Três vértebras caudais anteriores parcialmente articuladas (Figura 22).

Idade: Cretáceo Superior.

Descrição: As três vértebras caudais não estão bem preservadas. A vértebra caudal mais anterior é procélica, com centro vertebral curto e mais largo que alto, suas faces laterais sendo levemente côncavas, apresentando fossa rasa. O arco neural é largo e curto, localizado mais anteriormente no centro vertebral (SANTUCCI, 2008).

A segunda vértebra caudal não articula com a caudal mais anterior, o centro vertebral sendo ântero-posteriormente curto, alto e retangular em vista posterior. A convexidade da face articular posterior é moderadamente desenvolvida, e em suas faces laterais também há uma fossa, mais profunda e menor que a observada na vértebra caudal mais anterior. O arco neural também é amplo e curto (SANTUCCI, 2008).

A terceira vértebra caudal possui o centro vertebral procélico, com formato retangular em vista posterior, apresentando duas protuberâncias bem desenvolvidas. A superfície lateral é achatada, com pequena fossa elíptica. O processo transversal é robusto, com base larga e oval (SANTUCCI, 2008).

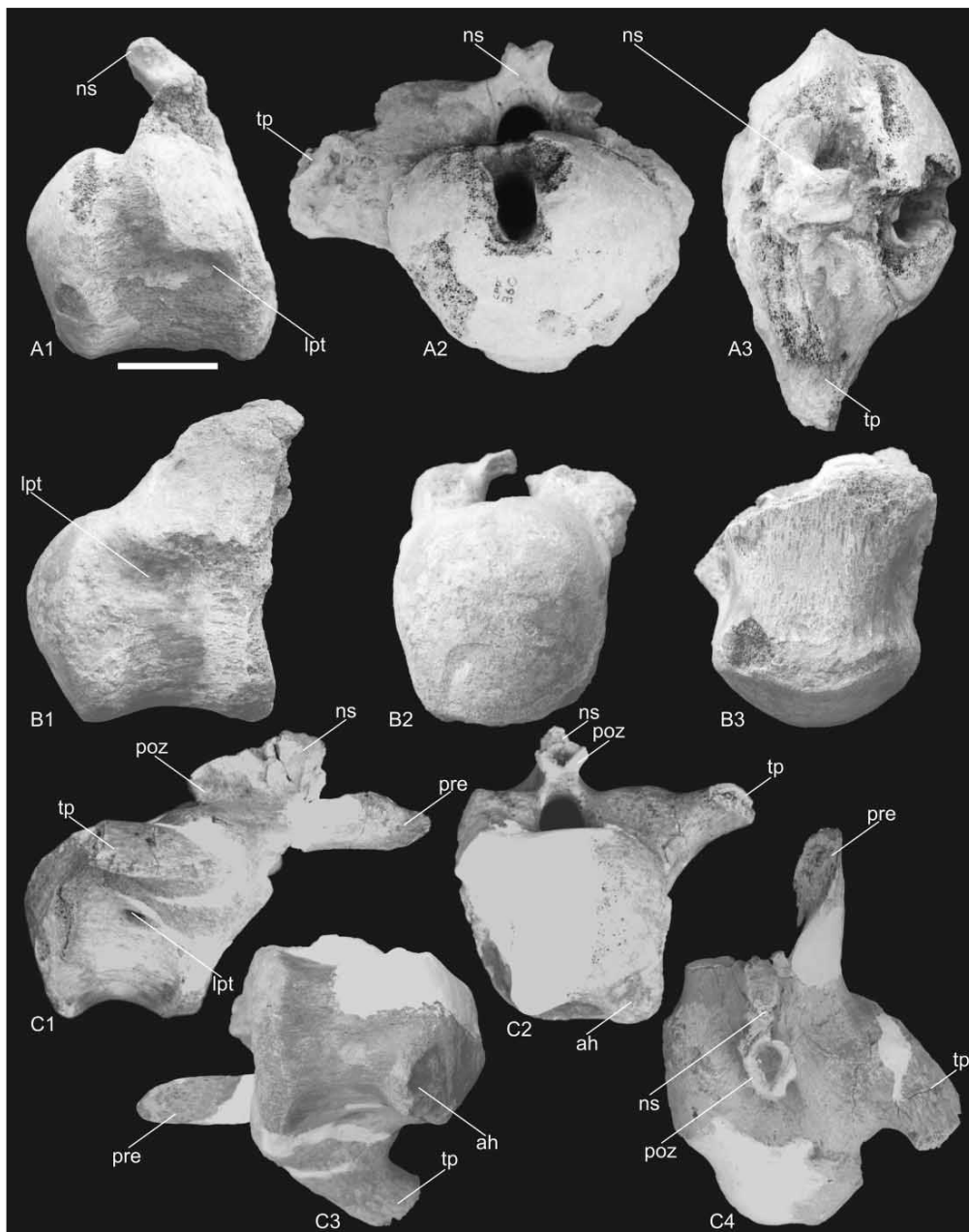


Figura 22 - Vértebras caudais anteriores de CPP 360. Vértebra caudal anterior em vistas lateral direita (A1), posterior (A2) e dorsal (A3). Vértebra caudal anterior em vistas lateral esquerda (B1), posterior (B2) e ventral (B3). Vértebra caudal anterior em vistas lateral direita (C1), posterior (C2) e ventral (C3). Escala = 5 cm. Fonte: Santucci (2008).

Titanosauridae gênero e espécie novos (SANTUCCI, 2002)

Localidade: Bairro de Lourdes, Av. Leopoldino de Oliveira, Uberaba-MG.

Unidade geológica: Formação Uberaba.

Material: CPP 217. Uma vértebra caudal anterior (Figura 23).

Idade: Cretáceo Superior.

Descrição. Vértebra caudal anterior bem preservada, com centro vertebral fortemente procélico e levemente mais largo que alto. Não é possível distinguir o limite das faces lateral e ventral. O arco neural é alto, amplo e posicionado na metade mais anterior do centro vertebral. Os processos transversos são robustos e levemente direcionados para trás, com pequena protuberância em sua face dorsal (SANTUCCI, 2008).

A pré-zigapófise é curta, com face articular retangular. A pós-zigapófise é larga, com face articular achatada e oval. Entre pré-zigapófises e pós-zigapófises há pequena fossa profunda. O espinho neural é direcionado para trás, sendo levemente expandido distalmente (SANTUCCI, 2008).

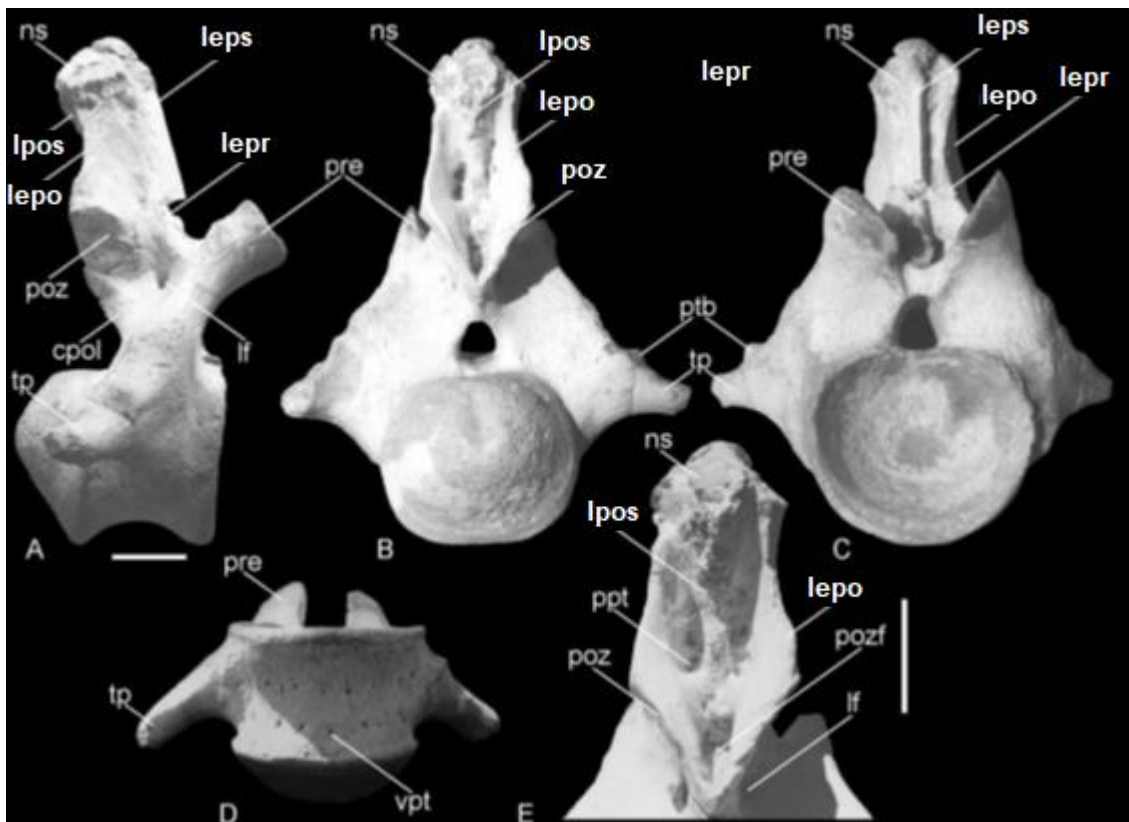


Figura 23 - Vértebra caudal anterior CPP 217. Vistas lateral direita (A); posterior (B); anterior (C); ventral (D). Arco neural em vista posterior (E). Escala = 5 cm. Modificado de: Santucci (2008).

5.2.2 Titanossauros. Espécies brasileiras previamente descritas

Gondwanatitan faustoi (KELLNER & AZEVEDO, 1999)

Holótipo: MN 4111-V. Duas vértebras cervicais parciais; sete vértebras dorsais; seis vértebras sacrais; vinte e quatro vértebras caudais; quatro vértebras não identificadas; porção proximal da escápula esquerda; ílio esquerdo incompleto; porções de ambos os púbis; porções de ambos os ísquios (incompletas); ambos os úmeros; ambas as tíbias; fragmentos das costelas e fragmentos não determinados. Depositado na Seção de Paleovertebrados do Museu Nacional-UFRJ, no Rio de Janeiro (KELLNER & AZEVEDO, 1999).

Localidade: Sítio Yoshitoshi Myzobuchi, próximo a Cidade de Álvares Machado, Estado de São Paulo.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Titanossauro com vértebras caudais anteriores e médias apresentando articulação posterior em forma de coração; crista deltopeitoral do úmero muito desenvolvida e curvada medialmente; tíbia com porção anterior da articulação proximal projetada medialmente; crista cnemial pouco curvada medialmente (KELLNER & AZEVEDO, 1999).

Trigonosaurus pricei (CAMPOS *et al.*, 2005)

Holótipo: MCT 1488-R e MCT 1719-R (parátipo). Cinco vértebras cervicais; dez vértebras dorsais; sacro; ílio; dez vértebras caudais adicionais que pertencem ao parátipo. Depositado no Museu de Ciências da Terra - MCT do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), no Rio de Janeiro (CAMPOS *et al.*, 2005).

Localidade: Fazenda São Luíz, Serra do Veadinho, em pedreira abandonada conhecida como "Caieira", Localidade 120 de Bertini (1993), situado 2 km a Norte de Peirópolis, Bairro de Uberaba, Estado de Minas Gerais (CAMPOS & KELLNER, 1999; BERTINI, 1993 *apud* CAMPOS *et al.*, 2005).

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: Titanossauro caracterizado por possuir vértebras cervicais médias alongadas, com espinho neural baixo e margem ventral côncava; vértebras dorsais

médias alongadas, com espinho neural fortemente inclinado posteriormente; vértebras dorsais 9 e 10 com lâmina pós-zigodiapofiseal incipiente; vértebras caudais anteriores com base delgada, alargando em direção ao topo; vértebras caudais mais anteriores (2-5) com duas depressões, e caudais médias com depressão dorsal pronunciada no processo transverso; pré-zigapófises nas vértebras caudais estendidas para frente (mas não no mesmo grau que *Aeolosaurus rionegrinus* e *Gondwanatitan faustoi*), com faces articulares largas; superfícies de articulação para arcos hemais fortemente desenvolvidas a partir da vértebra caudal 3 até o último elemento preservado (caudal 20); processos transversos bem desenvolvidos ao longo da sequência formada pelas vértebras caudais anteriores e médias, pelo menos até a vértebra caudal 20 (CAMPOS *et al.*, 2005).

Observações: Morfótipo anteriormente descrito por Powell (1987) como Série B.

Baurutitan britoi (KELLNER *et al.*, 2005)

Holótipo: MCT 1490. Última vértebra sacral e dezoito vértebras caudais. Depositado no Museu de Ciências da Terra - MCT (Museu de Ciências da Terra) do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM), no Rio de Janeiro (KELLNER *et al.*, 2005).

Localidade: Fazenda São Luíz, Serra do Veadinho, em pedreira abandonada conhecida como “Caieira”, situado 2 km a Norte de Peirópolis, Bairro de Uberaba, Estado de Minas Gerais (CAMPOS & KELLNER, 1999; BERTINI, 1993 *apud* KELLNER *et al.*, 2005).

Unidade geológica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: Titanossauro caracterizado pelas seguintes potenciais autapomorfias: processo fortemente pontiagudo dirigido lateralmente, interceptando a lâmina espino-prézigapofiseal na vértebra caudal 1; lâmina espino-prézigapofiseal direcionada ântero-lateralmente. Espécie ainda mais distinta dos demais titanossauros, por possuir a seguinte combinação de caracteres nas vértebras caudais: primeira vértebra caudal biconvexa; tuberosidade dorsal desenvolvida no arco neural, que se transforma em crista lateral nas vértebras caudais médias; espinhos neurais nas vértebras caudais mais anteriores (1-4) inclinados posteriormente, mudando para inclinação mais vertical para subvertical nas caudais

de 5 a 10; tuberosidade pré-zigapofiseal na margem lateral da pré-zigapófise das vértebras caudais 2-4, que se torna menos desenvolvida nos elementos posteriores, suavizando-se nas médio-caudais; contorno sub-retangular da articulação anterior do centro vertebral caudal, ficando mais quadrado no final da cauda (KELLNER *et al.*, 2005).

Observações: Morfótipo brevemente descrito por Powell (1987) como Série C.

Adamantisaurus mezzalirai (SANTUCCI & BERTINI, 2006)

Holótipo: MUGEO 1282; MUGEO 1289 e MUGEO 1295. Seis vértebras caudais e duas hemapófises. Depositado no Museu Geológico Valdemar Lefèvre, em São Paulo (SANTUCCI & BERTINI, 2006).

Localidade: Próximo a Cidade de Flórida Paulista, Estado de São Paulo.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Titanossauro caracterizado por possuir vértebras caudais anteriores com espinho neural reto ou ligeiramente projetado para trás, com extremidade distal fortemente expandida lateralmente; lâmina pré-espinhal robusta; pré-zigapófise e pós-zigapófise com facetas articulares muito largas; facetas articulares pós-zigapofisárias côncavas nas vértebras caudais anteriores (SANTUCCI & BERTINI, 2006).

Observações: Descrito anteriormente por Santucci (2002).

Maxakalisaurus topai (KELLNER *et al.*, 2006)

Holótipo: MN 5013-V. Maxila direita incompleta com dentes; doze vértebras cervicais; costelas cervicais; sete vértebras dorsais; costelas dorsais; espinho neural de uma vértebra sacral; centro de uma vértebra sacral; seis vértebras caudais; chevrons; dois esternos; ísquio; dois úmeros; uma fíbula; dois metacarpos; um osteoderma. Depositado no Museu Nacional - UFRJ, no Rio de Janeiro (KELLNER *et al.*, 2006).

Localidade. O material foi coletado na região denominada Serra da Boa Vista, 45 km à Oeste da Cidade de Prata, estrada Prata-Campina Verde, Estado de Minas Gerais, Brasil (KELLNER *et al.*, 2006).

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Cretáceo Superior.

Descrição: Titanossauro caracterizado pela seguinte combinação de características: cauda composta por vértebras caudais anteriores e médio-posteriores com superfícies anteriores e posteriores do centro vertebral comprimidas dorso-ventralmente; vértebras médio-posteriores caudais com superfícies laterais do centro vertebral fortemente côncavas (em forma de carretel); margem dorsal do espinho neural nas vértebras caudais médio-posteriores inclinadas anteriormente; presença de pelo menos uma vértebra caudal médio-posterior com centro vertebral biconvexo; metacarpo IV cerca de 12 % mais curto que metacarpo II; centro sacral com superfície ventral em forma de quilha (KELLNER *et al.*, 2006).

Uberabatitan riberoi (SALGADO & CARVALHO, 2008)

Holótipo: Espécimen A (CPP-UrHo); espécimens B e C (CPP-UrB e CPP-UrC respectivamente - material de referência). Espécimen A: vértebras cervicais; costelas cervicais; vértebras dorsais; costelas; uma vértebra sacral; vértebras caudais; arcos hemais; esterno direito; coracóide direito; úmero esquerdo; rádios esquerdo e direito; fêmur direito; púbis direito e esquerdo; tíbia esquerda; fíbula esquerda; astrágalo esquerdo. Espécimen B: vértebras cervicais anteriores; costela dorsal; vértebras caudais; arcos hemais; coracóide esquerdo; fragmento do púbis direito; fragmento do ísquio; parte distal do fêmur direito; fíbula esquerda. Espécimen C: vértebra dorsal e fêmur direito parcial. Depositados no Centro de Pesquisas Paleontológicas Leewellyn Ivor Price (CPP), em Peirópolis, Uberaba - MG (SALGADO & CARVALHO, 2008).

Localidade: Serra da Galga (local BR-050, km 153), Município de Uberaba (SALGADO & CARVALHO, 2008).

Procedência estratigráfica: Formação Marília, Membro Serra da Galga.

Idade: Maastrichtiano.

Descrição: Titanossauro apresentando as seguintes autapomorfias: vértebras cervicais anteriores e médias com lâmina pós-zigodiapofiseal segmentada em duas lâminas não conectadas, zigapofiseal e diapofiseal, das quais os segmentos zigapofiseais se estendem ântero-dorsalmente sobre os diapofiseais; vértebras dorsais médias com lâmina lateral composta robusta, formada principalmente por lâmina diapofiseal, provavelmente homóloga à lâmina pós-zigodiapofiseal e, em

menor extensão, por relíquia da lâmina espino-diapofiseal; vértebras dorsais médias (e possivelmente posteriores) com lâminas neurais acessórias paralelas à lâmina pré-espinhal, que são provavelmente as lâminas espino-prézigapofiseais; centro vertebral caudal médio com faces laterais profundamente escavadas; púbis notavelmente espesso e robusto, com crista longitudinal muito robusta em sua face externa (ventral); extremidade proximal da tíbia com protuberância lateral muito robusta, que se articula com o botão medial igualmente robusto da fíbula (SALGADO & CARVALHO, 2008).

Aelosaurus maximus (SANTUCCI & ARRUDA-CAMPOS, 2011)

Holótipo: MPMA 12-0001-97. Duas vértebras cervicais posteriores incompletas; sete costelas cervicais incompletas; um provável fragmento de vértebra dorsal média; sete diapófises incompletas das vértebras dorsais; doze costelas dorsais incompletas; seis vértebras caudais anteriores; um centro de vértebra caudal média; duas vértebras caudais posteriores; oito arcos hemais; provável fragmento de escápula; úmero direito incompleto e vários fragmentos não identificados. Depositado no Museu de Paleontologia de Monte Alto, São Paulo (SANTUCCI & ARRUDA-CAMPOS, 2011).

Localidade. Coletado à 12 km da Cidade de Monte Alto-SP.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano / Maastrichtiano.

Descrição: Titanossauro caracterizado pelas seguintes características: protuberância posterior bem desenvolvida abaixo da área articular nos arcos hemais anterior e médio, e protuberância lateral na porção distal do processo articular dos arcos hemais posteriores médios. Conjunto adicional de sinapomorfias ambíguas inclui presença de lâmina centro-diapofiseal posterior pelo menos 50 % mais espessa do que a lâmina pós-zigodiapofiseal nas vértebras cervicais posteriores; vértebras dorsais posteriores com lâmina intra-pószigapofiseal e lâmina centro-pószigapofiseal oblíquas, que bifurcam da porção proximal da lâmina centro-pószigapofiseal; costelas torácicas médias com cristas anteriores e posteriores bem desenvolvidas, com seção transversal em forma de D. Estas características são consideradas ambíguas, porque não podem ser avaliadas em outras espécies de

Aeolosaurus até o momento, e podem corresponder a um conjunto de sinapomorfias de *Aeolosaurus* ou mesmo Aeolosaurini (SANTUCCI & ARRUDA-CAMPOS, 2011).

Observações. Descrito anteriormente por Santucci (2002) como “*Aeolosaurus* de Monte Alto”.

Martinelli *et al.* (2011) apontam algumas características que diferem este morfótipo de outras espécies de *Aeolosaurus* da Patagonia, como pós-zigapófises posicionadas mais posteriormente nas vértebras caudais, fêmur 45 % mais largo, também espinho neural menos inclinado e pré-zigapófises menores que o observado em outros Aeolosaurini. Martinelli *et al.* (2011) sugerem que o material seja considerado somente como Aeolosaurini indet. Hechenleitner *et al.* (2020) concordam com as observações de Martinelli *et al.* (2011).

Em recente análise Silva Junior *et al.* (2021) levantam uma série de diferenças morfológicas presentes no material de *Aeolosaurus maximus*, que as diferem de demais titanossauros. Através de uma análise filogenética estes autores observaram que *Aeolosaurus maximus* está relacionado aos Aeolosaurini, porém não é grupo irmão do táxon formado pelas espécies de *Aeolosaurus* argentinas.

Os autores também citam que tal resultado não é suficiente para reclassificar genericamente o morfótipo em questão, de acordo com os princípios da Nomenclatura Filogenética (CANTINO & QUEIROZ, 2020). Porém julgaram melhor fazê-lo, pois a abordagem taxonômica em Paleontologia tem sido amplamente empregada em correlações estratigráficas baseadas em fósseis (SILVA JUNIOR *et al.*, 2021). Ainda segundo Silva Junior *et al.* (2021) isto pode gerar suposições erradas, uma vez que a presença do Gênero *Aeolosaurus*, assim como da espécie *Aeolosaurus maximus*, tem sido usada para datar depósitos do Grupo Bauru como Campaniano-Maastrichtiano, idade estabelecida para os *Aeolosaurus* argentinos. Sendo assim Silva Junior *et al.* (2021) optaram por reclassificar o morfótipo em novo gênero, passando a se chamar *Arrudatitan maximus*.

No presente trabalho este morfótipo será referenciado como *Aeolosaurus maximus*, como foi proposto em sua descrição formal original em Santucci & Arruda-Campos (2011).

Brasilotitan nemophagus (MACHADO *et al.*, 2013)

Holótipo: MPM 126 R. Dentário direito; duas vértebras cervicais; três vértebras sacrais incompletas; fragmento de íleo; fragmento de ísquio; um ungueal; elementos fragmentados. Depositados do Museu de Paleontologia de Marília, Estado de São Paulo (MACHADO *et al.*, 2013).

Localidade: O material foi coletado no km 571 da rodovia estadual Raposo Tavares (SP-270), próximo ao Município de Presidente Prudente, Estado de São Paulo (MACHADO *et al.*, 2013).

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Cretáceo Superior.

Descrição: Titanossauro com as seguintes autapomorfias: região dorsal sínfisária do dentário torcida medialmente; parte dorsal do contato sínfisário mais espesso ântero-posterior do que ventralmente; presença de superfície de articulação pré-zigapofiseal acessória, dirigida anteriormente nas vértebras cervicais; lâminas intra-prézigapofiseais das vértebras cervicais em forma de “V” em vista dorsal (MACHADO *et al.*, 2013).

Austroposeidon magnificus (BANDEIRA *et al.*, 2016)

Holótipo: MCT 1628-R. Duas vértebras cervicais; uma costela cervical; uma vértebra dorsal; sete fragmentos de vértebras dorsais; um fragmento de vértebra sacral. Depositado no Museu de Ciências da Terra - MCT do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), no Rio de Janeiro (BANDEIRA *et al.*, 2016).

Localidade: Cidade de Presidente Prudente, Estado de São Paulo.

Unidade geológica: Formação Adamantina.

Idade: Campaniano-Maastrichtiano.

Descrição: Titanossauro caracterizado por apresentar lâminas colunares centro-pózigapofiseais na última vértebra cervical; última vértebra cervical com lâmina posterior centro-diapofiseal bifurcada; primeira vértebra dorsal com lâminas centro-diapofiseais anterior e posterior curvadas ventro-lateralmente, e com diapófise atingindo a margem dorsal do centro; porção mais anterior das lâminas espinoprézigapofiseais bifurcada na vértebra dorsal posterior.

Se distingue ainda de outros titanossauros pela presença de crista medial localizada na superfície ventral do último centro cervical; presença de lâmina de suprapleurocelo limitando o pleurocelo da fossa centro-diapofiseal na última vértebra

cervical; presença de fossa centro-diapofiseal desenvolvida na vértebra cervical posterior; vértebras cervicais posteriores com espinhos neurais altos; presença de fossas centro-pózigapofiseais triangulares ao redor do canal neural na vértebra cervical posterior; lâminas espino-prézigapofiseais robustas nas vértebras dorsais anteriores; desenvolveram lâminas espino-diapofiseais nas vértebras dorsais anteriores; pós-zigafófise fortemente desenvolvida na primeira vértebra dorsal; espinho neural da primeira vértebra dorsal na posição vertical, e localizada anteriormente; lâmina pré-espinhal na vértebra dorsal anterior bem desenvolvida até a base da coluna neural; diapófises nas vértebras dorsais anteriores expandidas ântero-posteriormente, e bem inclinadas ventro-lateralmente; presença de tecido pneumatizado bem desenvolvido nas vértebras cervicais e dorsais; ausência de articulação hipósfero-hipantro na vértebra dorsal; costelas cervicais curtas e robustas (BANDEIRA *et al.*, 2016).

5.2.3 Espécies de titanossauros descritas em outros países, incluídas nas análises

5.2.3.1 Morfótipos argentinos

Chubutisaurus insignis (Del Corro, 1974)

Holótipo: MACN18.222/01; MPEF-PV 1129/A; MACN 18222/02, MACN 18222/03, MACN 18222/05; MPEF-PV 1129/B; MACN 18222/04; MPEF-PV 1129/D; MACN18222 / 06-13; MACN 18222 / 14-17; MACN18222 / 18-21; MACN 18222/22; MPEF-PV 1129 / E; MACN18222 / 23-24; MACN18222/42; MPEF-PV 1129 / I; MACN18222 / 25-26; MACN 18222/27; MPEF-PV 1129 / F-G; MACN 18222/28; MACN18222/29; MACN 18222/30; MACN 18222 / 31-32; MACN 18222 / 33-38; MACN18222/39; MACN 18222/40; CHMO-901; MACN 18222/41; CHMO-565 e MPEF-PV 1129 / K1-K3. Duas vértebras dorsais anteriores; quatro vértebras dorsais médias a posteriores; um centro vertebral dorsal completo; dois espinhos neurais dorsais; onze centros vertebrais caudais anteriores; fragmentos de quatro vértebras caudais anteriores; quatro centros vertebrais caudais médios; dois centros vertebrais

caudais posteriores; dois arcos neurais caudais, fragmentos das costelas cervicais e dorsais; dois chevrons anteriores e fragmentos de chevrons isolados; escápula esquerda quase completa e fragmentos da direita; úmero esquerdo; ulna e rádio esquerdos; quatro metacarpos completos e dois incompletos; ísquio esquerdo; fêmur direito completo e metade dorsal do esquerdo; tíbia direita completa e fragmentos da tíbia esquerda; três amostras histológicas do fêmur direito. Depositados em MACN, MPEF e CHMO (CARBALLIDO *et al.*, 2011).

Localidade: Provincia de Chubut, Argentina (Del Corro, 1974).

Unidade geológica: Membro Bayo Overo da Formação Cerro Barcino, Grupo Chubut (CARBALLIDO *et al.*, 2011).

Idade: Aptiano-Albiano (CARBALLIDO *et al.*, 2011).

Descrição: Diagnose revisada por Carballido *et al.* (2011): vértebras dorsais anteriores com uma lâmina centro-prézigapofiseal medial, que conecta a parte medial da lâmina centro-prézigapofiseal com a metade ventral da lâmina intra-prézigapofiseal, formando a borda ventro-medial da fossa sub-retangular associada; vértebras dorsais anteriores com pilar medial robusto e internamente pneumatizado, entre o canal neural e a borda ventral da lâmina intra-prézigapofiseal; vértebras dorsais médias com pleurocelos grandes e profundos, que apresentam três lâminas internas.

Observações: Carballido *et al.* (2011) descrevem novos materiais de *Chubutisaurus insignis*, e não especificam se as vértebras dorsais MPEF-PV 1129/B, MPEF-PV 1129/B e MACN 18222/05 são médias posteriores ou posteriores anteriores, sendo tratadas no trabalho como vértebras dorsais médias para posteriores. Neste trabalho, devido ao comprimento longo do centro da vértebra MPEF-PV 1129/ B, foi considerado que não há vértebras dorsais posteriores preservadas para *Chubutisaurus insignis*.

Carballido *et al.* (2011) mencionam possível autapomorfia adicional, arranjo incomum presente no espinho neural, em que a lâmina espino-diapofiseal contata a lâmina espino-prézigapofiseal medialmente, para formar uma lâmina anterior composta. Mas devido à má preservação deste elemento optaram por não o incluir como caracter autapomórfico sólido.

Andesaurus delgadoi (CALVO & BONAPARTE, 1991)

Holótipo: MUCPv 132. Esqueleto parcialmente articulado; quatro vértebras dorsais posteriores; costelas torácicas; duas vértebras sacrais; vinte e cinco vértebras caudais; arcos hemais; úmero direito; metacarpo direito I; metacarpo esquerdo V; púbis esquerdo; ísquio; fêmur esquerdo.

Localidade. Próximo a Vila El Chocón, Província de Neuquén, Argentina.

Unidade geológica. Seção inferior do Membro Candeleros, Formação Río Limay.

Idade: Albiano-Cenomaniano.

Descrição: Segundo Mannion & Calvo (2011) Titanosauridae de grande tamanho, com vértebras dorsais posteriores altas, formadas por centro vertebral relativamente mais baixo e mais longo que o observado em *Argyrosaurus*. Arco neural proporcionalmente mais alto que em outros titanossauros, com articulações hipófeno-hipantro, lâmina pré-espinal desenvolvida e bifurcada inferiormente.

Vértebras caudais anfipláticas ou platicélicas, sem vestígios de pleurocelos. Espinhos neurais largos e arco neural localizado mais anteriormente que em outros titanossauros.

Úmero longo, proporcionalmente mais grácil que em *Argyrosaurus*.

Púbis com processo próximo-lateral amplo, e foramen púbico localizado longe da borda lateral.

Ísquio com pedúnculo ilíaco pequeno.

Aeolosaurus rionegrinus (POWELL, 1986)

Holótipo: MJG-R 1. Sete vértebras caudais anteriores; escápulas direita e esquerda incompletas; úmeros esquerdo e direito; ulna e rádio direitos; ísquios direito e esquerdo; cinco metacarpais; tíbia e fíbula direitas; astrágalo; fragmentos indeterminados.

Localidade: Casa da Pedra, Maquinchão, Província de Río Negro, Argentina.

Unidade geológica: Formação Angostura Colorada.

Idade: Cretáceo Superior.

Descrição: Segundo Powell (1986): vértebras caudais com corpo comprimido; pré-zigapófises relativamente largas, projetadas para cima e à frente; arco neural inclinado para frente; facetas articulares das pós-zigapófises mais inclinadas que em *Saltasaurus*, quase paralelas ao plano sagital nas vértebras caudais proximais,

situadas na metade anterior do corpo vertebral; espinho neural apenas inclinado para cima e à frente, situadas acima do bordo anterior nas vértebras caudais anteriores.

Hemapófises com porção proximal separada, com facetas articulares duplas, que seguem planos distintos.

Escápula com lâmina ampla, expandida distalmente. Área de fixação muscular sobre a face interna próxima ao bordo superior proeminente, como observado em *Saltasaurus loricatus*.

Úmero robusto, com ápice da crista deltóide proeminente.

Metacarpos relativamente curtos e robustos, como em *Saltasaurus loricatus*.

Púbis com porção distal da lâmina ampla, sem engrossamento marcado e sem elevação longitudinal ventral.

Saltasaurus loricatus (BONAPARTE & POWELL, 1980)

Holótipo: PVL. 4017-92. Sacro completo fusionado aos ílios.

Hipodigma. Todos os materiais identificados como PVL 4017, e os materiais CNS-V e 10.024, correspondentes a pelo menos cinco indivíduos adultos e subadultos. Três fragmentos de crânios distintos; eixo; quatorze vértebras cervicais; vinte vértebras dorsais; três sacros; vinte e seis vértebras caudais; quatro escápulas; três coracóides; quatro placas esternais; dez úmeros; cinco ulnas; quatro rádios; cinco metacarpos; cinco ílios; quatro púbis; dois ísquios; cinco fêmures; cinco tíbias; quatro fíbulas; sete metatarsos; seis placas dérmicas; quatro conjuntos de ossos dérmicos associados.

Localidade: El Brete, Departamento de Candelaria, Sul da Província de Salta, Argentina.

Unidade geológica: Formação Lecho, Subgrupo Balbuena, Grupo Salta.

Idade: Cretáceo Superior. Senoniano ou Campaniano-Maastrichtiano.

Descrição. Segundo Powell (1986) crânio com abertura temporal superior mais reduzida que *Antarctosaurus*, fechada dorsalmente pela coalescência dos ossos parietal e frontal; complexo basiesfenóide de contorno triangular em vista ventral; base estreita transversal com crista sagital pronunciada; fenestra oval aberta para o duto dos nervos IX-XI; processos basipterigóides unidos na porção proximal; tuberosidades basais do basi-occipital fusionadas.

Vértebras cervicais relativamente mais curtas e amplas em relação a outros titanossaurinos. Corpo das vértebras dorsais sem quilha. Espinhos neurais com extremo distal grosso e arredondado. Diapófises com superfície plana dorsal em seu extremo distal.

Sacro com seis vértebras fusionadas. A primeira vértebra caudal é procélica. Espinho neural amplo e comprimido no sentido ântero-posterior, e inclinado para trás nas primeiras vértebras caudais.

Escápula com proeminência medial próxima ao bordo ântero-superior.

Metacarpos mais curtos que *Antarctosaurus*, *Argyrosaurus* e Titanosaurinae.

Ílio com lâminas pré-acetabulares largas fortemente para fora.

Ossículos intradérmicos sub-esféricos, e placas e escudos dérmicos.

Neuquensaurus australis (LYDEKKER, 1893)

Holótipo: MLP Ly 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6. Um sacro incompleto, consistindo em seis centros coossificados e um centro biconvexo, e seis vértebras caudais parciais (D'EMICI & WILSON, 2011). Depositados em Museu de La Plata.

Localidade: Margens do Rio Nequen, próximo a Cidade de Neuquén, Província de Rio Negro (POWELL, 1986).

Unidade geológica: Formação Rio Colorado.

Idade: Campaniano-Maastrichiano inferior (POWELL, 1986).

Descrição: Powell (1986) ampliou a diagnose de *Neuquensaurus australis*, que foi revisada por Salgado *et al.* (2005) como fíbula com forte tuberosidade lateral (POWELL, 1986); vértebras dorsais anteriores com ausência de lâminas centro-prézigapofiseais e centro-pószigapofiseais (WILSON, 2002); sete vértebras sacrais; centros vertebrais sacrais 3 à 5 mais estreitos (modificado de POWELL, 1986); vértebras caudais médias e posteriores mostrando depressão ventral transversalmente larga, limitada por cristas laterais arredondadas, culminando nas facetas articulares das hemapófises (POWELL, 1986); paredes laterais dos centros vertebrais caudais expostas em vista ventral (POWELL, 1986).

Comentários. Outros materiais foram referenciados a *Neuquensaurus australis* por Powell (1986) e Salgado *et al.* (2005).

Dreadnoughtus schrani (LACOVARA *et al.*, 2014)

Holótipo: MPM-PV 1156, esqueleto parcial parcialmente articulado, que compreende um fragmento de maxilar; um dente; uma vértebra cervical posterior; costelas cervicais; várias vértebras dorsais e costelas; sacro; trinta e duas vértebras caudais e dezoito arcos hemais (incluindo sequência articulada de dezessete vértebras caudais anteriores e médias e seus arcos hemais correspondentes); cintura escapular e membro anterior esquerdo sem as mãos; ambas placas esternais; todos os elementos pélvicos; membro posterior esquerdo sem pés; tíbia direita; metatarsos I e II e ungueal do pé I. Depositado no Museu Padre Molina (LACOVARA *et al.*, 2014).

Parátipo: MPM-PV 3546, esqueleto pós-craniano parcialmente articulado de indivíduo ligeiramente menor, que inclui uma vértebra cervical anterior parcial; várias vértebras dorsais e costelas; sacro; sete vértebras caudais e cinco arcos hemais; todos os elementos pélvicos e fêmur esquerdo. Depositado no Museu Padre Molina (LACOVARA *et al.*, 2014).

Localidade: Cerro Fortaleza, Provincia Santa Cruz, Sudeste da Patagônia (LACOVARA *et al.*, 2014).

Unidade geológica: Formação Cerro Fortaleza (LACOVARA *et al.*, 2014).

Idade: Cretáceo Superior, Campaniano-Maastrichiano (LACOVARA *et al.*, 2014).

Descrição: Primeiro centro vertebral caudal com crista axial na face ventral; espinhos neurais caudais anteriores com pneumatoceles extensivamente subdivididos entre as lâminas espino-prézigapofiseais e espino-pózigapofiseais; espinhos neurais caudais anteriores com lâminas pré-espinhais e pós-espinhais hipertrofiadas; espinhos neurais caudais médios com processo ânterodorsal triangular, que se estende além da margem anterior do centro; arcos hemais anteriores com expansão distal em forma de pá; crista orientada pôsterodorsalmente / ântero ventralmente na superfície medial da extremidade anterior da lâmina escapular; superfície pôsteromedial do rádio côncava em vista proximal; extremidade distal do rádio aproximadamente quadrada, com dimensões ânteroposterior e médio-lateral subiguais (LACOVARA *et al.*, 2014)

Narambuenatitan palomoi (FILIPPI *et al.*, 2011)

Holótipo: MAU-Pv-N-425. Pré-maxilar esquerdo e maxilar; caixa craniana; quadrados esquerdo e direito; vértebra cervical anterior; fragmentos de costela

cervical; vértebra posterior dorsal; três costelas dorsais; onze vértebras caudais anteriores; seis vértebras caudais médias; dois processos transversos caudais; dois fragmentos de arcos hemais; placa esternal esquerda; coracoide direito; úmero esquerdo; ulna esquerda; púbis esquerdo e direito; pedúnculo púbico do ílio esquerdo; fragmento proximal do ísquio direito e fêmur esquerdo incompleto. Depositados no Museo Municipal Argentino Urquiza (FILIPPI *et al.*, 2011).

Localidade: Puesto Narambuena, 20 km a Oeste de Rincón de los Saltos, Provincia de Neuquen, Argentina (FILIPPI *et al.*, 2011).

Unidade geológica: Formação Anacleto (FILIPPI *et al.*, 2011).

Idade: Campaniano (FILIPPI *et al.*, 2011).

Descrição: Grande participação do frontal na margem anterior da fossa supratemporal; ausência de ornamentação nas bordas supraorbital ou lateral do frontal; presença de uma lâmina unindo cada crista parietal com a superfície anterior do supratemporal; pleurocelo no bordo dorsal definido por estrutura óssea convexa proeminente em vértebras dorsais posteriores; alargamento distal da lâmina pré-espinhal nas vértebras dorsais posteriores, em conjunto com aumento lateral do espinho neural; pré-zigapófise reniforme nas vértebras dorsais posteriores; presença de numerosas cavidades pneumáticas localizadas posteriormente às lâminas centro-parapofiseais e centro-diapofiseais nas vértebras dorsais posteriores; vértebras caudais médio-anteriores com a margem ântero-dorsal do espinho neural inclinada anteriormente; vértebra caudal média com pré-zigapófise e arco neural delgados (FILIPPI *et al.*, 2011).

Pellegrinisaurus pomelli (SALGADO, 1996)

Holótipo: MPCA 1500. Quatro centros de vértebras dorsais; vinte e seis vértebras caudais incompletas e um fêmur direito incompleto (SALGADO, 1996).

Localidade: Lago Pellegrini, Noroeste da Provincia Rio Negro, Argentina (SALGADO, 1996).

Unidade geológica: Formação Allen (SALGADO, 1996).

Idade: Campaniano-Maastrichtiano (SALGADO, 1996).

Descrição. Cerda *et al.* (2021) corrigiram a diagnose de Salgado (1996), sendo caracterizado pela presença de proeminente fossa lateral (pleurocelo) bem desenvolvida no centro da vértebra caudal anterior; fêmur com crista longitudinal

localizada na face posterior da diáfise e deslocada lateralmente, originando-se da região trocantérica e estendendo-se até o terço distal da diáfise; crista longitudinal localizada na superfície posterior da diáfise femoral e desviada medialmente, originando-se em um nível abaixo do quarto trocanter e estendendo-se até o terço distal da diáfise.

Rocasaurus muniozi (SALGADO & AZPILICUETA, 2000)

Holótipo: MPCA-Pv 46. Indivíduo juvenil contendo um centro de vértebra cervical; um arco neural cervical; dois centros vertebrais dorsais; três arcos neurais dorsais; dois arcos neurais sacrais; uma vértebra caudal média; uma vértebra caudal média-posterior; ísquios; púbis esquerdo; íleo esquerdo; fragmento de íleo direito; fêmur esquerdo (SALGADO & AZPILICUETA, 2000).

Localidade: Salitral Moreno, 25 km ao Sul da Cidade General Roca, Província de Rio Negro, Patogonia, Argentina (SALGADO & AZPILICUETA, 2000).

Unidade geológica: Formação Allen (SALGADO & AZPILICUETA, 2000).

Idade: Campaniano-Maastrichiano (SALGADO & AZPILICUETA, 2000).

Descrição: Segundo Salgado & Azpilicueta(2000) o morfótipo é um saltassaurino caracterizado pela presença de uma expansão distal na margem lateral do púbis; isquio com lâmina ampla; vértebras caudais com profunda cavidade ventral, dividida por crista longitudinal, e com a articulação posterior notavelmente deprimida e estendida ventralmente acima e à frente.

Panamericansaurus schroederi (CALVO & PORTIRI, 2010)

Holótipo: MUCPv-417. Cinco vértebras caudais; uma vértebra sacral; úmero esquerdo; dois arcos hemais; fragmentos de costelas. Depositado em Museo da Universidad de Comahue, Paleontología de Vertebrados (CALVO & PORTIRI, 2010).

Localidade: 3 km a Oeste da Cidade de San Patricio Del Chañar, Província de Neuquén (CALVO & PORTIRI, 2010).

Unidade geológica: Formação Allen (CALVO & PORTIRI, 2010).

Idade: Campaniano-Maastrichtiano (CALVO & PORTIRI, 2010).

Descrição: Segundo Calvo & Portiri (2010) o morfótipo é caracterizado por apresentar vértebras caudais médio-posteriores com pré-zigapófise inclinada ântero-dorsalmente, igual ou menor que o comprimento da base do corpo vertebral; pós-

zigapófise inclinada em posição medial em relação ao corpo vertebral; lâmina espino-prézigapofiseal expandida dorso-ventralmente na vértebra caudal média; úmero com índice de robustez menor que 0.4.

Pitekunsaurus macayai (FILIPPI & GARRIDO, 2008)

Holótipo: MAU-Pv-AG-446/5; MAU Pv-AG-446/2; MAU-Pv-AG-446/3; MAU-Pv-AG-446/4 e MAU-Pv-AG-446/7; MAU-Pv-AG-446/6; MAU-Pv-AG-446/8 e MAU-Pv-AG-446/9; MAU-Pv-AG-446/30; MAU-Pv-AG-446/25; MAU-Pv-AG-446/10, MAU-Pv-AG-446/11 e MAU-Pv-AG-446/24; MAU-Pv-AG-446/1; MAU-Pv-AG-446/28 e MAU-Pv-AG-446/27. Respectivamente basicrânio e frontal esquerdo; um dente; eixo; duas vértebras cervicais anteriores; uma vértebra cervical posterior; duas vértebras dorsais anteriores; uma vértebra dorsal posterior; uma vértebra caudal anterior; três vértebras caudais posteriores; fêmur incompleto; escápula e ulna direitas (FILIPPI & GARRIDO, 2008).

Localidade: Cañadón de Aguada Grande, Norte da Provincia de Neuquén, Argentina (FILIPPI & GARRIDO, 2008).

Unidade geológica: Formação Anacleto, Grupo Neuquén (FILIPPI & GARRIDO, 2008).

Idade: Campaniano inferior-médio (FILIPPI & GARRIDO, 2008).

Descrição: Segundo Filippi & Garrido (2008), as autapomorfias do morfótipo são processos basipterigóides projetados amplamente separados e paralelos; presença na junção da base de espinho neural e lâmina espino-pószigapofiseal de pequenas depressões longitudinais ou fossas nas vértebras cervicais anteriores; lâmina centro-pószigapofiseal aproximadamente bifurcada nas vértebras dorsais anteriores; lâmina centro-diapofiseal posterior com lâmina acessória nas vértebras dorsais anteriores.

Bonatitan reigi Martinelli & Forasiepi (2004)

Holótipo: MACN-PV RN 821. Caixa craniana completa; vértebra dorsal média; vértebra caudal anterior; arco neural caudal médio; úmero esquerdo; fragmento de metacarpo; fêmures; tíbias; fíbula esquerda; calcâneo esquerdo; metatarso I esquerdo; alguns elementos fragmentados (MARTINELLI & FORASIEPI, 2004).

Localidade: Bajo de Santa Rosa, Provincia de Rio Negro, Argentina (MARTINELLI & FORASIEPI, 2004).

Unidade geológica: Formação Allen, Grupo Malargue (MARTINELLI & FORASIEPI, 2004).

Idade: Campaniano-Maastrichiano (MARTINELLI & FORASIEPI, 2004).

Descrição: Salgado *et al.* (2015) rediagnosticaram o taxón, sendo então caracterizado por pequenas cavidades emparelhadas nos frontais; tuberosidade do basisfenóide longa e estreita (ligeiramente mais de duas vezes mais longa que a largura); vértebras dorsal e caudais anteriores a médias com fossas ovais a circulares profundas em ambos os lados da lâmina pré-espinal; vértebra caudal anterior com lâminas espino-pószigapofiseais e espino-prézigapofiseais; arco neural de vértebras caudais anteriores com fossas inter-zigapofiseais profundas, com numerosas fossetas; vértebra caudal anterior com lâmina sub-horizontal acessória, estendendo-se da porção ântero-ventral da pós-zigapófise até a região média da lâmina espino-prézigapofiseal; (7) vértebra caudal anterior com crista axial proeminente na superfície ventral do centro vertebral; crista posterior do metacarpo IV.

Comentários: Salgado *et al.* (2015) reavaliaram o táxon *Bonatitan reigi* e reorganizaram os materiais designados a ele, sendo distribuídos em cinco indivíduos, não em dois indivíduos, como estabelecido em Martinelli & Forasiepi (2004).

Rinconsaurus caudamirus (CALVO & GONZALEZ RIGA, 2003)

Holótipo: MRS-Pv 26. Treze vértebras caudais médio-anteriores e médio-posteriores articuladas; ílios (CALVO & GONZALEZ RIGA, 2003).

Parátipo: MRS-Pv 117, 263; MRS-Pv 102; MRS-Pv 112; MRS-Pv 2, 3, 8, 4 e 21; MRS-Pv 5, 6, 9, 11, 13, 16, 17, 18 e 19; MRS-Pv 22, 23, 24, 25 e 27; MRS-Pv 27, 28 e 31; MRS-Pv 29, 30, 32-40; MRS-Pv 20, 42, 93; 99, 109, 113; MRS-Pv 43; MRS-Pv 46, 103, 104; MRS-Pv 47; MRS-Pv 98; MRS-Pv 94, 101; MRS-Pv 96; MRS-Pv 97, 100; MRS-Pv 49, 92 e MRS-Pv 111. Respectivamente dentes; pré-frontais; angulares; surangulares; vértebras cervicais, vértebras dorsais; vértebras caudais anteriores, médias, posteriores; arcos hemais; escápula; coracoide; placas esternais; úmero; metacarpos; ísquios; ílios; púbis; fêmures; metatarso (CALVO & GONZALEZ RIGA, 2003).

Localidade: 2 km ao Norte de Rincón de los Sauces, Provincia Neuquén, Patagônia, Argentina (CALVO & GONZALEZ RIGA, 2003).

Unidade geológica: Formação Rio Neuquén, Grupo Neuquén (CALVO & GONZALEZ RIGA, 2003).

Idade: Cretáceo Superior, Turoniano-Coniaciano (CALVO & GONZALEZ RIGA, 2003).

Descrição: Caracterizado pela seguinte associação de autapomorfias: espinhos neurais nas vértebras dorsais médio-anteriores inclinadas posteriormente mais de 60 graus em relação à vertical; vértebras caudais médias com processos ósseos que suportam as facetas articulares de pós-zigapófises; centro vertebral caudal posterior procélico, com eventual intercalação de uma série de centros anficélicos / biconvexos ou anficélicos / opistocélicos biconvexos. Estas autapomorfias estão associadas à seguinte combinação de caracteres sinapomórficos: dentes semelhantes a lápis, com facetas de desgaste fortemente inclinadas; dentes com faces labial e lingual bem diferenciadas por cristas; pleurocelos acuminados (em forma de olho) nas vértebras dorsais; ausência de articulação hipósfeno-hipantro nas vértebras dorsais; lâmina pré-espinhal nas vértebras dorsais bem desenvolvida até a base do espinho neural; lâmina centro-parapofiseal nas vértebras dorsais posteriores; lâmina centro-diapofiseal bifurcada nas vértebras dorsais posteriores; centros caudais anteriores e médios fortemente procélicos; arcos neurais em vértebras caudais médias e posteriores localizados anteriormente; coracoide de forma quadrangular; placas esternais semilunares; ausência de facetas articulares falangeais nos metacarpos; processo posterior do ísquio relativamente curto; pedicelo ilíaco delgado e bem desenvolvido; lâmina pré-acetabular do ílio expandida e direcionada látero-dorsalmente; diapófise em vértebras dorsais com superfícies horizontais em sua extremidade distal; articulações hemais abrindo na região proximal; fêmur com protuberância lateral abaixo do trocanter maior (CALVO & GONZALEZ RIGA, 2003).

Comentários. Filippi *et al.* (2021) reanalisaram o material MAU-PV-CRS 102, classificado por Calvo & Gonzalez Riga (2003) como pré-frontal do parátipo de *Rincosaurus caudamirus*, e observaram que era visivelmente diferente do elemento homólogo de outros saurópodos titanossauros, o reclassificando como ílio de crocodylomorfo Notosuchia.

5.2.3.2 Morfótipos africanos

Brachiosaurus brancai (JANENSCH, 1914)

Lectótipo: HMN SI. Crânio e vértebras cervicais 2-7 (TAYLOR, 2011).

Paralectótipo: HMN SII. Esqueleto parcial compreendendo fragmentos de crânio; dentários; onze vértebras cervicais, costelas cervicais; sete vértebras dorsais; conjunto quase completo de costelas dorsais; vértebras caudais distais; escápula esquerda; coracóides e placas esternais; membro anterior direito; úmero esquerdo; ulna; rádio; púbis, fêmur esquerdo parcial, tíbia direita; fíbula (TAYLOR, 2011).

Localidade: Tanzânia, Leste da África.

Unidade geológica: Formação Tendaguru.

Idade: Jurássico Superior.

Descrição. Segundo Taylor (2009) lâminas pós-espinais presentes nas vértebras dorsais; extremidades distais dos processos transversos das vértebras dorsais possuindo áreas elevadas distintas, com superfície voltada dorsalmente; lâminas espino-diapofiseais e espino-pószigapofiseais nas vértebras dorsais médias e posteriores não entram em contato entre si; centro da vértebra dorsal posterior comprimido dorso-ventralmente em seção transversal; espinhos neurais dorsais posteriores retangulares na maior parte de seu comprimento, com pouca ou nenhuma expansão lateral, exceto na extremidade distal; vértebras dorsais médias apenas cerca de um quarto mais longas que as dorsais posteriores; vértebras dorsais médias cerca de 40 % mais altas que as dorsais posteriores; centro vertebral dorsal curto, de forma que a coluna dorsal tenha menos que o dobro do comprimento do úmero; processos transversos das vértebras dorsais direcionadas dorso-lateralmente; lâminas espino-parapofiseais presentes em algumas vértebras dorsais; lâminas centro-parapofiseais anteriores largas e perfuradas em algumas vértebras dorsais; vértebras caudais anteriores com espinhos neurais estreitos transversalmente; vértebras caudais anteriores com fossas laterais; superfície articular da cavidade glenóide do coracóide orientada diretamente póstero-ventralmente e médio-lateralmente estreita; úmero muito grácil, com margem lateral reta; superfícies articulares dos processos isquiáticos e púbicos do ílio passando pela borda ventral do lobo pós-acetabular; incisura posterior aguda entre pedúnculo isquiádico e lobo pós-acetabular do ílio; tubérculo ausente da margem dorsal do lobo pós-acetabular; fêmur relativamente grácil, seu côndilo fibular mais largo que o

côndilo tibial; extremidade distal do quarto trocanter acima da altura do eixo médio; margem lateral da diáfise femural em vista anterior, com protuberância distinta 1 / 3 para baixo.

Observações: Diversos trabalhos, principalmente mais recentes, tem se referido a *Brachiosaurus brancai* como espécie não pertencente ao Gênero *Brachiosaurus*, mas sim ao novo Subgênero *Giraffatian*, proposto por Paul (1988 *apud* TAYLOR, 2009). Taylor (2009) fez cuidadosa reavaliação da separação subgenética de *B. altithorax* e *G. brancai* onde, além da análise filogenética, destacou algumas diferenças nas proporções corporais, que justificariam a separação taxonômica de ambos os morfótipos. Porém segundo D'Emici & Carrano (2020), a taxonomia de *G. brancai* tem sido descrita incorretamente na literatura, pois entre outros fatores levam em consideração um material de *G. brancai*, que representa um indivíduo que ainda estava em fase de crescimento. Devido a isto, no presente trabalho este morfótipo será referenciado como *B. brancai*.

Rapetosaurus krausei (CURRY-ROGERS & FORSTER, 2001)

Holótipo: UA 8698. Crânio de adulto incluindo maxilar direito com oito dentes; maxilar esquerdo; lacrimal direito; jugal esquerdo; nasais direito e esquerdo; quadrado direito; pterigoides esquerdo e direito; basioccipital; processo paraoccipital direito; dentário esquerdo com onze dentes; surangular direito e cinco dentes associados. Depositados na Universidade Claude Bernard, França (CURRY-ROGERS & FORSTER, 2001).

Localidade: Noroeste de Madagascar (CURRY-ROGERS & FORSTER, 2001).

Unidade geológica: Membro Analemba, Formação Maevarano, Bacia de Mahajanga (CURRY-ROGERS & FORSTER, 2001).

Idade: Maastrichiano (CURRY-ROGERS & FORSTER, 2001).

Descrição: Dignose revisada por Curry-Rogers (2009), com as seguintes sinapomorfias: grande fenestra pré-orbital, estendendo-se anteriormente sobre a fileira de dentes; fenestra pré-antorbital posicionada posteriormente à pré-orbital; localizado anteriormente, forâmen subnariano alongado; processo jugal maxilar estreito e pôstero-dorsalmente alongado; frontal com cúpula mediana; quadrado com articulação quadratojugal em forma de V; supraoccipital com dois processos parietais medianos dirigidos anteriormente; processo anterior do pterigóide

expandido dorsoventralmente; articulação basipterigóide do pterigóide extremamente rasa; processos basipterigóides divergindo apenas nas extremidades distais; onze alvéolos estendendo-se por dois terços do comprimento do dentário; quarenta e três vértebras (dezessete cervicais, dorsais, seis sacrais); vértebras cervicais alongadas com articulações neurocentrais em forma de borboleta; centro vertebral cervical com quilha ventral da linha média; lâmina pré-espinhal nas vértebras cervicais anteriores; vértebras cervicais médias com fossas pré-espinhais e pós-espinhais profundas, sem lâminas pré-espinhais ou pós-espinhais; vértebras dorsais com espinho neural alto, 40 % da altura vertebral; vértebras dorsais com lâmina intra-pószigopofiseal tendo extensão ventral e lâminas pré e pós-espinhais semelhantes a uma teia; centro sacral com fossas pneumáticas; espinhos neurais sacrais compreendem metade da altura vertebral sacral total; espinhos neurais médio-caudais mais altos que o centro vertebral, transversalmente expandidos, ântero-posteriormente reduzidos; vértebras caudais médio-posteriores com lâminas pré e pós-espinhais bem desenvolvidas em fossas rasas; coracóide com crista lateral oblíqua; diáfise distal reta do úmero; fêmur grácil, fortemente contraído no meio da diáfise (CURRY-ROGERS & FORSTER, 2001).

6. LISTA DE CARACTERES

A lista de caracteres foi desenvolvida seguindo as análises de Santucci (2002, 2005). Nas listas de Santucci (2002, 2005) há caracteres desenvolvidos pelo próprio autor, e outros retirados de diversos trabalhos prévios, sendo incluídos na presente análise aqueles provenientes dos trabalhos de Salgado *et al.* (1997); Upchurch (1998, 1999); Wilson & Sereno (1998); Sanz *et al.* (1999); Curry-Rogers & Foster (2001); Wilson (2002).

Dentário

1. Número de dentes no dentário: (0) 17 ou menos; (1) mais que 20. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Nenhum dos saurópodos brasileiros estudados apresenta dentário completo preservado, exceto *Brasilotitan nemophagus*, que mostra o total de 14 alvéolos (Figura 24). Isto pode indicar que este espécimen na verdade se trata de indivíduo juvenil, pois segundo Wilson & Sereno (1998) o número de dentes pode ser menor em indivíduos mais jovens. Devido a esta característica Santucci (2005) questiona o valor taxonômico das variações que os morfótipos podem apresentar.

Brachiosaurus brancai, por exemplo, apresenta 13 alvéolos e *Rapetosaurus krausei* mostra 11 (Figura 24).

2. Forma da porção anterior dos maxilares: (0) formando ângulo agudo; (1) amplamente arqueada, em forma de U; (2) retangular. Wilson (2002).

Entre os saurópodos brasileiros estudados somente *Brasilotitan nemophagus* apresenta parte do maxilar relativamente bem preservado (dentário inferior direito) (Figura 24). A morfologia se assemelha ao descrito como retangular por Wilson (2002), porém este formato pode ser decorrente de deformação tafonômica (Figura 24).

Brachiosaurus brancai e *Rapetosaurus krausei* apresentam a porção anterior dos maxilares amplamente arqueada (Figura 24).

3. Dentes com bordos serrilhados: (0) presente; (1) ausente. Upchurch (1998).

Entre os saurópodos brasileiros estudados somente *Brasilotitan nemophagus* e *Maxakalisaurus topai* possuem dentes preservados. Porém *B. nemophagus* possui apenas a porção basal. Durante as análises foi possível identificar a presença da carena em ambos os morfótipos, porém não foi possível observar a existência de serrilhas em *B. nemophagus*. Os dentes de *M. topai* não apresentam serrilhas (Figura 24).

Associado aos restos de *Brasilotitan nemophagus* foi encontrado um dente isolado, que apresenta carena, mas não serrilhas. Porém não há como confirmar que pertence ao mesmo espécimen ou espécie (MACHADO *et al*, 2013).

Na análise de Santucci (2005) somente os morfótipos *Tazaudasaurus* e *Mamenchisaurus* apresentam serrilhas limitadas ao bordo anterior do dente. Devido a pouca frequência de serrilhas, em dentes de saurópodos, foi considerado que não existem nos bordos dos dentes de *Brasilotitan nemophagus*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem dentes preservados, *Brachiosaurus brancai*, *Pitekunsaurus macayi*, *Dreadnoughtus schrani* e *Saltasaurus loricatus* não apresentam dentes com bordos serrilhados.

Vértebras cervicais

4. Condição das vértebras cervicais: (0) anfipláticas / platicélicas; (1) opistocélicas. Salgado *et al.* (1997).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras cervicais com articulações anteriores e posteriores preservadas, apresentam a condição opistocélica.

Brasilotitan nemophagus possui as articulações da vértebra cervical posterior preservada, porém a vértebra cervical anterior não possui a articulação anterior preservada (Figura 25).

Aeolosaurus maximus não apresenta a face anterior preservada das vértebras cervicais. Santucci & Arruda-Campos (2011) sugerem que a vértebra é opistocélica em sua ilustração de reconstituição.

Todos os demais saurópodos incluídos na análise apresentam as vértebras cervicais opistocélicas (Figura 26).

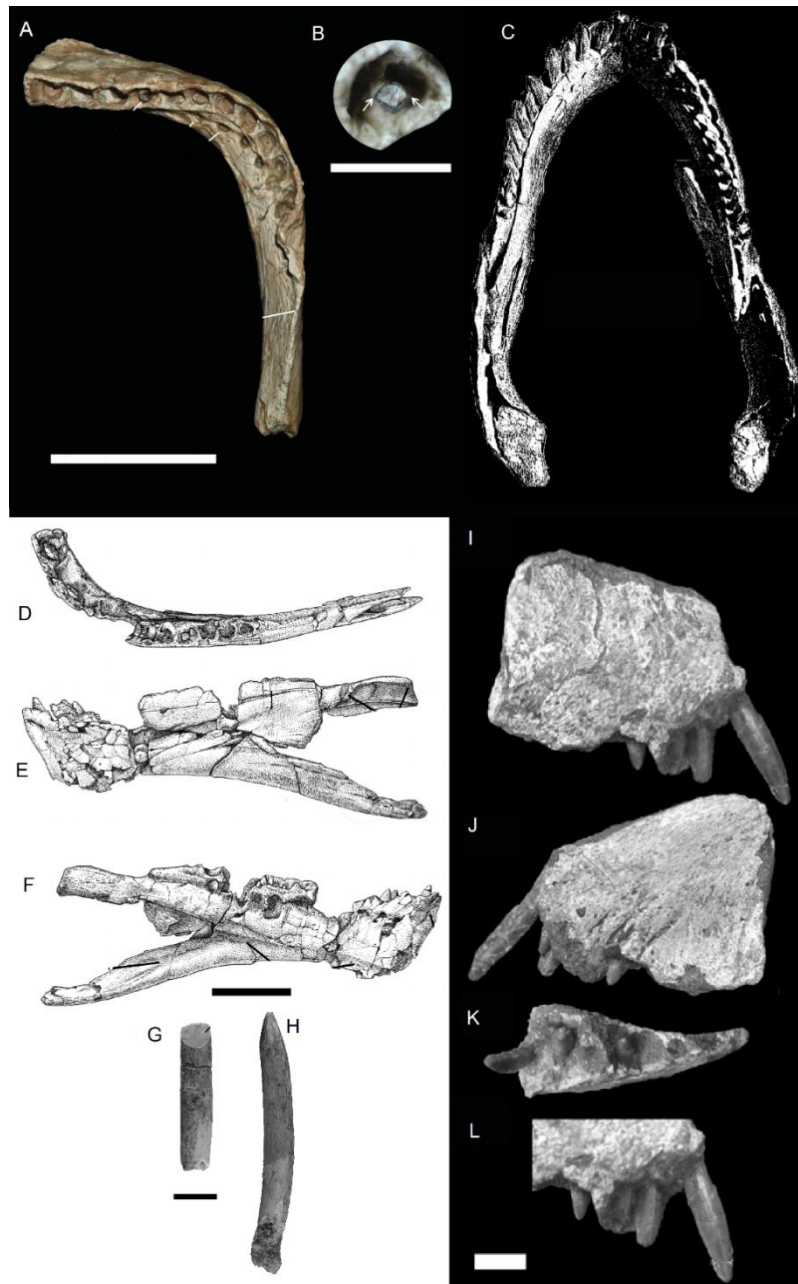


Figura 24 - Dentários de saurópodos. A-B, *Brasilotitan nemophagus*, vista dorsal e carenas dentárias, escalas 50 mm e 10 mm, Machado *et al.* (2013); C, vista dorsal, *Brachiosaurus brancai*, Kosh *et al.* (2004); D-H, vistas dorsal, anterior, lateral, lingual, medial / distal, escalas 5 cm e 1 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers & Foster (2004); I-L, *Maxakalisaurus topai*, vistas lateral, medial, oclusal, detalhe, escala 10 mm, Kellner *et al.* (2006).

5. Lâmina centro-prézigapofiseal nas vértebras cervicais médias e posteriores: (0) simples; (1) bifurcada na porção dorsal para formar ramos laterais. Upchurch (1998, 1999); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras cervicais preservadas, foi possível analisar este carácter somente em *Maxakalisaurus topai* e *Brasilotitan nemophagus*, ambos apresentando a lâmina centro-prézigapofiseal simples.

Em *Brasilotitan nemophagus* não é possível assumir, com clareza, a condição da lâmina centro-prézigapofiseal nas vértebras cervicais médias e posteriores, mas parece não existir bifurcação na porção dorsal.

Em *Trigonosaurus pricei* não foi possível analisar este carácter, através das imagens disponíveis em seu trabalho de descrição.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem vértebras cervicais preservadas, *Brachiosaurus brancai*, *Pitekunsaurus macayai* e *Rapetosaurus krasuei* apresentam as lâminas centro-prézigapofiseais simples nas vértebras cervicais médias e posteriores.

Não foi possível analisar este carácter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Saltasaurus loricatus*, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), que este morfótipo apresenta a lâmina centro-prézigapofiseal simples nas vértebras cervicais médias e posteriores.

Não foi possível analisar este carácter em *Dreadnoughtus schrani*, através dos trabalhos consultados, sendo definido como *missing data*.

6. Pleurocelos nas vértebras cervicais: (0) ausentes; (1) complexos, divididos por um septo ósseo; (2) simples, não divididos. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros estudados, *Maxakalisaurus topai* e *Brasilotitan nemophagus* não apresentam pleurocelos nas vértebras cervicais. *Uberabatitan ribeiroi* e *Trigonosaurus pricei* apresentam pleurocelos simples (Figura 25).

Campos *et al.* (2005) não caracterizam a presença de pleurocelos na descrição de *Trigonosaurus pricei*. Porém é possível observar que, apesar de não haver pleurocelo naquela que seria a vértebra cervical 9, as vértebras cervicais

seguintes apresentam uma depressão a partir da cervical 10, que vai se aprofundando nas mais posteriores, até chegar na vértebra cervical 13.

Aeolosaurus maximus possui somente a porção dos arcos neurais preservados, faltando a região do centro vertebral, o que impede este caracter seja verificado. Em *Gondwanatitan faustoi* não há como observar, com clareza, a existência de pleurocelos nas vértebras cervicais. Kellner & Azevedo (1999) sugerem que não há evidência de pleurocelos, enquanto Santucci (2005) definiu o caracter como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, *Brachiosaurus brancai*, *Rincosaurus caudamis*, *Bonatitan reigi* e *Saltasaurus loricatus* apresentam os pleurocelos divididos por septo ósseo nas vértebras cervicais. *Neuquensaurus australis* possui o pleurocelo simples e não dividido em sua vértebra cervical. *Dreadnoughtus schrani* e *Rapetosaurus krausei* não apresentam pleurocelos em suas vértebras cervicais (Figura 26).

Na última vértebra cervical de *Saltasaurus loricatus* é possível observar um leve septo, presente na porção mais anterior do pleurocelo, porém o eixo não apresenta septo dividindo esta estrutura. Foi considerado que este morfótipo apresenta pleurocelo dividido por septo, nas vértebras cervicais, de acordo com o que foi definido por Santucci (2005).

Não foi possível identificar a condição dos pleurocelos de *Rincosaurus caudamis*, através de seu artigo de descrição. Portanto foi adotada a definição de Santucci (2005), de que os pleurocelos neste morfótipo são divididos por septo ósseo.

7. Espinhos neurais nas vértebras cervicais: (0) simples; (1) bifurcados nas vértebras cervicais posteriores; (2) bifurcados nas vértebras cervicais posteriores e anteriores. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Entre os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras cervicais preservadas, *Trigonosaurus pricei*, *Brasilotitan nemophagus* e *Maxakalisaurus topai* apresentam espinho neural simples nas vértebras cervicais (Figura 25).

Aeolosaurus maximus não apresenta os espinhos neurais preservados, somente a porção anterior do espinho neural na vértebra cervical mais posterior está presente, sendo assim classificado como *missing data*.

Brachiosaurus brancai, *Rapetosaurus krausei*, *Rincosaurus caudamisi*, *Dreadnoughtus schrani*, *Neuquensaurus australis* e *Saltasaurus loricatus* também apresentam o espinho neural simples nas vértebras cervicais (Figura 26).

Narambuenatitan palomi possui apenas uma vértebra cervical anterior preservada, apresentando seu espinho neural simples. Mas como não há vértebras cervicais posteriores preservadas, este carácter foi classificado como *missing data* para o morfótipo.

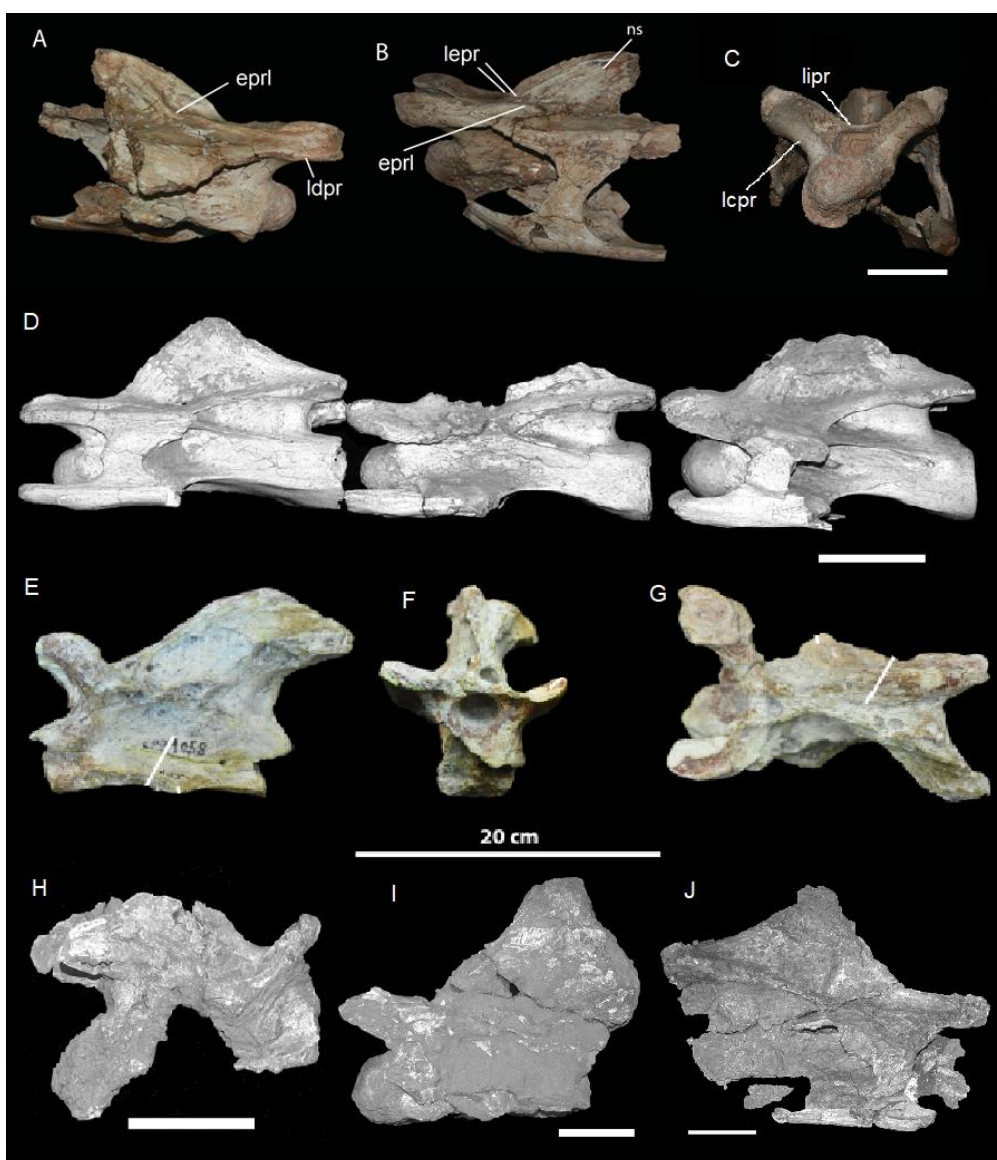


Figura 25 - Vértebras cervicais de saurópodos. A-C, vistas lateral direita, lateral esquerda e anterior, *Brasilotitan nemophagus*, escala 50 mm, Machado *et al.* (2013); D, vista lateral esquerda, *Trigonosaurus pricei*, escala 100 mm, Campos *et al.* (2005); E-G, vistas lateral esquerda, anterior e dorsal, *Uberabatitan ribeiroi*, Silva Junior *et al.* (2019); H-J, vistas lateral direita, lateral esquerda e lateral direita, escala 100 mm, *Maxakalisaurus topai*, Kellner *et al.* (2013).

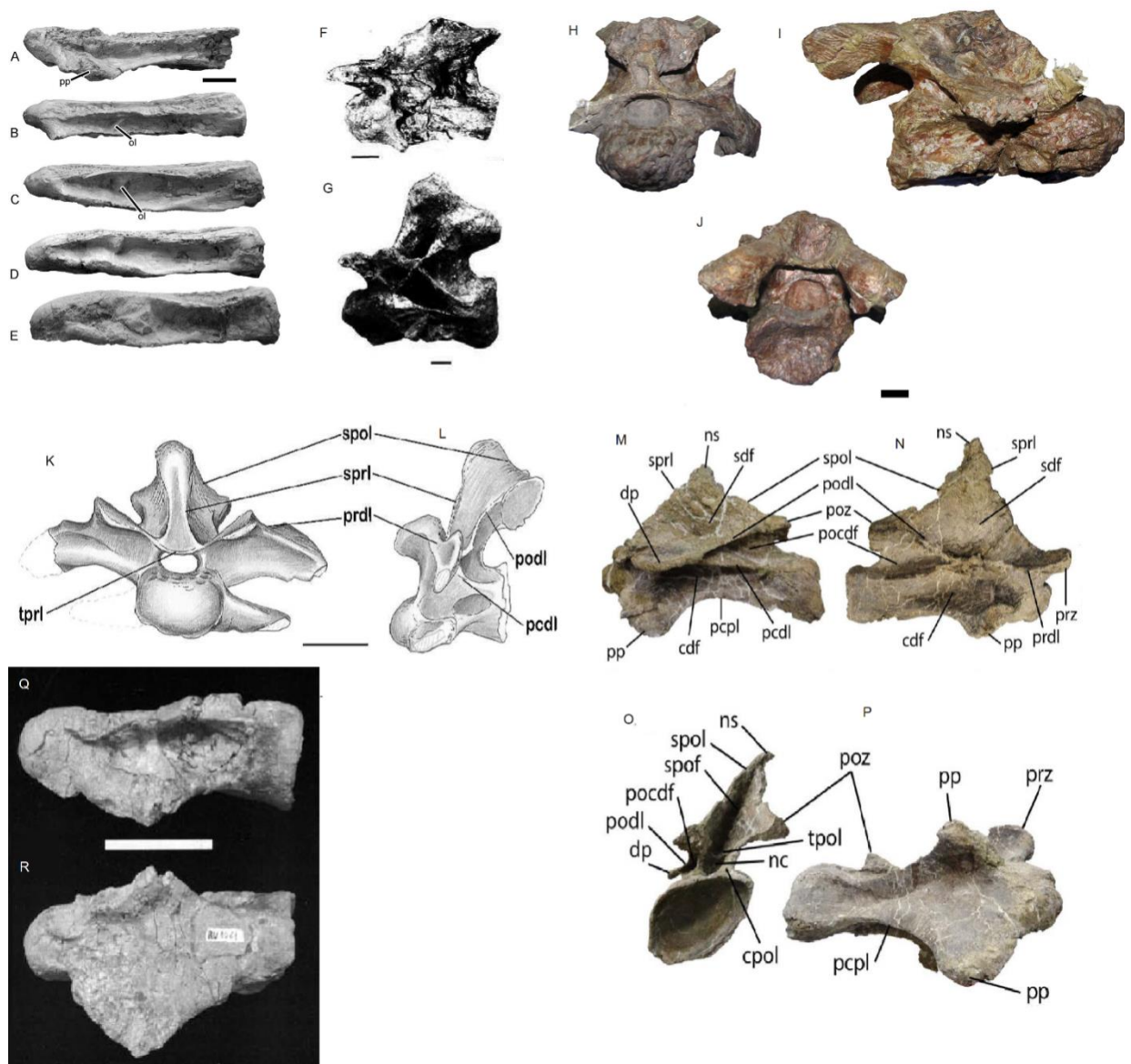


Figura 26 - Vértexas cervicais de saurópodos. A-E, vista lateral esquerda, escala 3 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers (2009); F-G, vista lateral esquerda, escala 5 cm, *Rinconsaurus caudamirus*, Calvo & González Riga (2003); H-J, vistas anterior, lateral direita e posterior, escala 2 cm, *Saltasaurus laticatus*, Zurriaguz & Powell (2015); K-L, vistas anterior e lateral esquerda, escala 10 cm, *Neuquensaurus australis*, Salgado *et al.* (2005); M-P, vistas lateral esquerda, lateral direita, posterior e ventral, *Dreadnoughtus schrani*, Lacovara *et al.* (2014); Q-R, vistas lateral direita, ventral, escala 50 mm, *Bonatitan reigi*, Martinelli & Forasiepi (2004).

Vértebras dorsais

8. Morfologia das vértebras dorsais: (0) vértebras dorsais anteriores opistocélicas e posteriores anfipláticas, ou muito pouco procélicas; (1) todas as vértebras dorsais opistocélicas; (2) opistocelia muito desenvolvida. Modificado de Salgado *et al.* (1997) por Santucci (2005).

Dos saurópodos brasileiros que apresentam as vértebras dorsais preservadas *Gondwanatitan faustoi* e *Trigonosaurus pricei* possuem as articulações anteriores bem desenvolvidas (figuras 27, 28 e 29).

Em *Maxakalisaurus topai* há somente dois centros vertebrais opistocélicos de vértebras dorsais preservados, mas seu trabalho de descrição não especifica se estas vértebras são anteriores ou posteriores, portanto, foi definido como *missing data*.

Em *Austroposeidon magnificus* não foi possível definir este caracter com clareza, portanto foi definido como *missing data*.

Em *Aeolosaurus maximus* problemas de preservação não permitem observar este caracter nas vértebras dorsais, porém o seu trabalho de descrição cita que possam ser opistocélicas, portanto decidiu-se considerar como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise *Brachiosaurus brancai*, *Andesaurus delgadoi* e *Chubutisaurus insignis* apresentam todas as vértebras dorsais opistocélicas. *Rapetosaurus krausei*, *Pitekunsaurus macayai*, *Dreadnoughtus schrani*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* apresentam a opistocelia bem desenvolvida nas vértebras caudais (figuras 27, 28 e 29).

Nambuenatitan palomi, *Bonatitan reigi* e *Pellegrinisaurus pomelli* possuem apenas vértebras dorsais posteriores preservadas. *Rincosaurus caudamirus* possui apenas os centros das vértebras dorsais preservadas. Todos os morfótipos apresentam opistocelia, mas como não há vértebras ou centro das vértebras dorsais anteriores preservadas, este caracter foi classificado como *missing data* para ambos os morfótipos.

Santucci (2005) observou que vértebras dorsais moderadamente opistocélicas podem estar relacionadas com saurópodos de tamanho relativamente

maior, enquanto vértebras dorsais fortemente opistocélicas podem estar relacionadas a saurópodos de tamanhos médio a pequeno.

9. Pleurocelos nas vértebras dorsais: (0) ausentes / pouco desenvolvidos; (1) formato arredondado; (2) formato elipsoide, margem anterior arredondada e posterior mais aguda. Salgado *et al.* (1997).

Entre os saurópodos brasileiros estudados *Uberabatitan ribeiroi*, *Trigonosaurus pricei* e *Gondwanatitan faustoi* apresentam o pleurocelo nas vértebras dorsais em formato elipsoide. Em *G. faustoi* foi assumida a condição observada por Santucci (2002, 2005), pois não foi possível identificar esta característica no artigo de descrição do espécimen (figuras 27, 28 e 29).

Em *Austroposeidon magnificus* e *Maxakalisaurus topai* não foi possível analisar esta característica com clareza, sendo considerada *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, *Brachiosaurus brancai* e *Chubutisaurus insignis* apresentam pleurocelos arredondados nas vértebras dorsais, enquanto *Rapetosaurus krausei*, *Rincosaurus caudamis*, *Pitekunsaurus macayai*, *Saltasaurus loricatus*, *Rocasaurus miniozi*, *Narambuenatitan palomi*, *Dreadnoughtus schrani*, *Neuquensaurus australis* e *Andesaurus delgadoi* apresentam os pleurocelos em formato elipsóide (figuras 27, 28 e 29).

Segundo Salgado *et al.* (2015) *Bonatitan reigi* apresenta o pleurocelo na vértebra dorsal levemente acuminado anteriormente, e não acuminado posteriormente. Porém na matriz de dados gerada para a análise filogenética de *B. reigi*, os mesmos autores classificam os pleurocelos das vértebras dorsais como elipsoides, definição adotada também para o presente trabalho.

10. Articulação acessória hipósfeno-hipantro nas vértebras dorsais: (0) presente; (1) ausente. Salgado *et al.* (1997).

Todos os saurópodos brasileiros estudados não apresentam a articulação acessória hipósfeno-hipantro nas vértebras dorsais (figuras 27, 28 e 29).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem vértebras dorsais preservadas, apenas *Brachiosaurus brancai*, *Chubutisaurus insignis* e *Andesaurus delgadoi* apresentam a articulação acessória hipósfeno-hipantro nas vértebras dorsais (figuras 27, 28 e 29).

11. Lâmina centro-diapofiseal nas vértebras dorsais posteriores: (0) estreita em sua porção inferior; (1) larga na sua porção inferior ou incipientemente bifurcada na sua região inferior. Salgado *et al.* (1997).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem as vértebras dorsais posteriores preservadas, *Trigonosaurus pricei* e *Gondwanatitan faustoi* apresentam a condição de lâmina centro-diapofiseal larga em sua porção inferior, ou incipientemente bifurcada na região inferior. Não foi possível identificar este carácter no trabalho de descrição destes dois morfótipos, portanto foram adotadas as definições propostas por Santucci (2002, 2005).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Brachiosaurus brancai* apresenta a lâmina centro-diapofiseal estreita em sua porção inferior, nas vértebras dorsais posteriores.

Calvo & Gonzalez-Riga (2003) citam que a presença de bifurcação na base da lâmina centro-diapofiseal ocorre somente nas vértebras dorsais médio-posteriores de *Rinconosaurus caudamisi*.

Em *Rocasaurus muniozi* não foi possível observar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), de que este morfótipo apresenta a lâmina centro-diapofiseal larga na sua porção inferior.

12. Lâmina diapo-pószigapofiseal nas vértebras dorsais posteriores: (0) presente; (1) ausente. Upchurch (1998).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras dorsais posteriores preservadas, *Austrorhynchon magnificus* é o único que não apresenta lâmina diapo-pószigapofiseal.

No trabalho de descrição de *Gondwanatitan faustoi* não foi possível analisar este carácter, portanto foi adotada a definição proposta por Santucci (2002; 2005), de que este morfótipo apresenta lâmina diapo-pószigapofiseal nas vértebras dorsais posteriores.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem vértebras dorsais posteriores preservadas, apenas *Andesaurus delgadoi* não apresenta lâmina diapo-pószigapofiseal nas vértebras dorsais posteriores.

13. Lâmina centro-parapofiseal ligando a base da lâmina centro-diapofiseal com a parapófise, nas vértebras dorsais posteriores: (0) ausente, (1) presente. Salgado *et al.* (1997).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras dorsais posteriores preservadas, *Trigonosaurus pricei* e *Gondwanatitan faustoi* apresentam a condição lâmina centro-parapofiseal ligando a base da lâmina centro-diapofiseal com a parapófise. Não foi possível identificar este carácter no trabalho de descrição destes dois morfótipos, portanto foram adotadas as definições propostas por Santucci (2002, 2005).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, somente *Brachiosaurus brancai* não apresenta lâmina centro-parapofiseal ligando a base da lâmina centro-diapofiseal com a parapófise, nas vértebras dorsais posteriores.

14. Lâmina pré-espinhal nas vértebras dorsais posteriores: (0) ausentes; (1) formando apenas a porção distal do espinho neural; (2) presente em toda a extensão do espinho neural; (3) dividida em três, apresentando duas lâminas laterais acessórias. Modificado de Salgado *et al.* (1997) por Santucci (2005).

Entre os saurópodos brasileiros, que possuem vértebras dorsais posteriores preservadas, *Trigonosaurus topai* e *Gondwanatitan faustoi* apresentam lâmina pré-espinhal. Em *T. topai* presente em toda a extensão do espinho neural, e em *G. faustoi* é presente apenas na porção distal do espinho neural. Esta característica não foi possível de ser observada nos trabalhos de descrição das duas espécies mencionadas, portanto foram adotadas as condições definidas por Santucci (2005).

Santucci (2005) menciona, em seu trabalho, que *Gondwanatitan faustoi* também apresenta a lâmina pré-espinhal bifurcada em sua base nas vértebras dorsais posteriores.

Entre os demais saurópodes incluídos na análise, que possuem o espinho neural das vértebras dorsais posteriores preservados, *Andesaurus delgadoi*, *Rinconsaurus caudamoirus*, *Rapetosaurus krausei*, *Dreadnoughtus schrani*, *Nambuenatitan palomi*, *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* apresentam a lâmina pré-espinhal presente em toda a extensão do espinho neural (figuras 27, 28 e 29).

Entre os saurópodos não pertencentes ao Grupo Bauru, *Andesaurus delgadoi* apresenta a lâmina pré-espinhal em toda a extensão do espinho neural, sendo bifurcada em sua base, nas vértebras dorsais posteriores.

Na análise de Santucci (2005) foi proposto que *Brachiosaurus brancai* apresenta a lâmina pré-espinhal apenas na porção distal do espinho neural. Porém no trabalho de Taylor (2009) o autor faz comentário sobre os morfótipos *B. altithorax* e *B. brancai*, que ambos não apresentariam espinhos neurais nas vértebras dorsais médias e posteriores. Para a presente análise não foram encontradas imagens diagnósticas da face anterior das vértebras dorsais posteriores, sendo assim este carácter foi classificado de acordo com o comentário de Taylor (2009).

15. Arco neural nas vértebras dorsais anteriores: (0) ocupando mais da metade do centro vertebral; (1) comprimido ântero-posteriormente. Santucci (2002; 2005).

Todos os saurópodos brasileiros, que possuem vértebras dorsais anteriores preservadas, apresentam o arco neural ocupando mais da metade do centro vertebral (Figura 27).

No trabalho de descrição de *Autraposeidon magnificus* não foi possível definir este carácter, sendo classificado como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, todos apresentam o arco neural nas vértebras dorsais anteriores ocupando mais da metade do centro vertebral (figuras 27, 28 e 29).

Em *Rocasaurus muniozi* não foi possível observar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), de que este morfótipo apresenta os arcos neurais nas vértebras dorsais anteriores comprimidos ântero-posteriormente.

16. Lâmina centro-prézigapofiseal nas vértebras dorsais anteriores: (0) simples; (1) dupla. Powell (1992); Sanz *et al.* (1999).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras dorsais anteriores preservadas, apresentam a lâmina centro-prézigapofiseal simples.

Em *Maxakalisaurus topai* não foi possível identificar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo classificado como *missing data*.

Em *Trigonosaurus pricei* e *Gondwanatitan faustoi* também não foi possível identificar este carácter através de seus respectivos trabalhos de descrição, portanto foram adotadas as definições propostas por Santucci (2002, 2005), de que ambos apresentam a lâmina centro-prézigapofiseal simples, nas vértebras dorsais anteriores.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Saltasaurus loricatus* e *Rocasaurus muniozi* apresentam a lâmina centro-prézigapofiseal dupla, nas vértebras dorsais anteriores.

Salgado & Calvo (2003) citam que a lâmina centro-prézigapofiseal é ausente em *Rinconsaurus caudamis*, porém Santucci (2005) classificou este carácter como simples para o morfótipo, definição adotada para o presente estudo.

17. Diapófise com topo plano nas vértebras dorsais posteriores: (0) ausente; (1) presente. Sanz *et al.* (1999).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras dorsais posteriores preservadas, foi possível identificar este carácter apenas em *Trigonosaurus pricei*, este apresentando a diapófise plana (Figura 27).

Em *Aelosaurus maximus*, *Maxakalisaurus topai* e *Austraposeidon magnificus*, não foi possível identificar este carácter através de seus respectivos trabalhos de descrição, sendo classificados como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Brachiosaurus brancai* e *Andesaurus delgadoi* não possuem as diapófises com o topo plano nas vértebras dorsais posteriores (figuras 27, 28 e 29).

As imagens disponíveis no trabalho de descrição de *Andesaurus delgadoi* não são diagnósticas para este carácter, sendo adotada a condição proposta por Santucci (2002), de que este morfótipo não apresenta o topo plano em suas diapófises nas vértebras dorsais posteriores.

Brachiosaurus brancai não apresenta o topo plano, em suas diapófises nas vértebras dorsais posteriores (Figura 25 G-H).

Saltasaurus loricatus, *Neuquensaurus australis*, *Narambuenotitan palomoi*, *Rocasaurus muniozi* apresentam a diapófise plana nas vértebras dorsais posteriores.

Apesar de as vértebras dorsais médias de *Dreadnoughtus schrani* apresentarem o topo das diapófises planas, o mesmo não é observado em suas vértebras dorsais posteriores, pois estão deformadas, impedindo a análise deste carácter. Os autores também não mencionam esta característica nos trabalhos consultados sobre o morfótipo, sendo assim este carácter foi definido como *missing data*.

18. Espinho neural nas vértebras dorsais posteriores: (0) alto; (1) baixo. Santucci (2002).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras dorsais posteriores preservadas, foi possível identificar este carácter somente em *Trigonosaurus pricei*, este apresentando o espinho neural baixo. Porém o espinho neural deste morfótipo possui um tamanho intermediário entre alto e baixo (Figura 27).

Em *Maxakalisaurus topai* não foi possível identificar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo classificado como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Brachiosaurus brancai* e *Andesaurus delgadoi* apresentam o espinho neural alto nas vértebras dorsais posteriores (figuras 27, 28 e 29).

Neuquensaurus australis, assim como *Trigonosaurus pricei*, apresenta o espinho neural em tamanho intermediário entre alto e baixo.

Em *Brachiosaurus brancai* o espinho neural é alto nas vértebras dorsais posteriores, porém é mais baixo que o espinho neural nas vértebras dorsais mais anteriores (Figura 25 G-H).

19. Posição relativa das diapófises e parapófises nas vértebras dorsais posteriores: (0) parapófises situadas na frente das diapófises; (1) parapófises situadas praticamente em um mesmo plano vertical em relação às diapófises. Sanz *et al.* (1999).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras dorsais posteriores preservadas, foi possível identificar este carácter somente em *Trigonosaurus pricei* e *Gondwanatitan faustoi*, ambos apresentando as parapófises situadas em frente às diapófises. No trabalho de descrição de *G. faustoi* informa-se

que a parapófise é observável somente na 6ª vértebra dorsal, porém segundo Santucci (2002; 2005), nas parapófises nas vértebras dorsais posteriores, as parapófises estão situadas em frente às diapófises (Figura 27).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* apresentam as parapófises situadas aproximadamente em um mesmo plano vertical em relação as diapófises, nas vértebras dorsais posteriores (figuras 27, 28 e 29).

20. Número de vértebras dorsais: (0) 13; (1) 12; (2) 11; (3) 10. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Entre todos os saurópodos brasileiros incluídos na análise, somente *Trigonosaurus pricei* possui todas as vértebras dorsais preservadas, sendo no total dez vértebras.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise foi possível definir este caracter para *Rapetosaurus krausei*, que possui onze vértebras dorsais, seguindo a definição proposta por Santucci (2005).

21. Espinho neural nas vértebras dorsais: (0) simples; (1) bifurcado nas vértebras dorsais anteriores; (2) bifurcado em todas as vértebras dorsais. Modificado de Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001) por Santucci (2005).

Todos os saurópodos brasileiros, que possuem o espinho neural nas vértebras dorsais bem preservados, o possuem de forma indivisa.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, somente *Saltasaurus loricatus* apresenta o espinho neural bifurcado, condição presente apenas em suas vértebras dorsais anteriores.

Chubutisaurus insigninis possui apenas um espinho neural de vértebra dorsal preservado, sendo de uma dorsal posterior, não podendo ser avaliada a condição nas vértebras dorsais anteriores. Portanto para este morfótipo o presente caracter foi classificado como *missing data*.

22. Lâmina centro-parapofiseal nas vértebras dorsais médias e posteriores: (0) ausente; (1) presente. Upchurch (1998).

Não foi possível analisar este carácter em nenhum dos morfótipos brasileiros estudados, exceto em *Austroposeidon magnificus*. Porém Santucci (2005) propõe que *Trigonosaurus topai* e *Gondwanatitan faustoi* apresentam lâmina centro-parapofiseal nas vértebras dorsais médias e posteriores, condição adotada para esta análise (Figura 27).

Austroposeidon magnificus apresenta lâmina centro-parapofiseal, mas no trabalho de descrição não foi possível definir se a vértebra dorsal em questão é média ou posterior, portanto, a condição deste morfótipo foi definida como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem vértebras dorsais médias e posteriores preservadas, todos apresentam lâmina centro-parapofiseal (figuras 27, 28 e 29).

23. Lâmina pós-espinal nas vértebras dorsais médias e posteriores: (0) ausente; (1) presente. Upchurch (1998, 1999); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros que possuem vértebras dorsais médias e posteriores preservadas *Uberabatitan ribeiroi*, *Trigonosaurus pricei*, *Aeolosaurus maximus* e *Gondwanatitan faustoi* possuem lâmina pós-espinal.

Uberabatitan ribeiroi e *Aeolosaurus maximus* apresentam apenas as vértebras dorsais médias preservadas.

Nos trabalhos de *Trigonosaurus pricei* e *Gondwanatitan faustoi* não foi possível observar a presença da lâmina pós-espinal nas vértebras dorsais médias e posteriores. Bem como não está descrito, nos textos, se as possuem, exceto em *G. faustoi*, que apresenta a estrutura em questão na vértebra dorsal anterior, segundo Kellner & Azevedo (1999). Na análise de Santucci (2005) foi proposto que ambos os morfótipos apresentam a lâmina pós-espinal nas vértebras dorsais médias e posteriores, condição adotada para este trabalho.

Devido as condições de preservação das vértebras dorsais de *Austroposeidon magnificus* não é possível observar a presença de lâmina pós-espinal, sendo classificado como *missing data*.

Em *Makalisaurus topai* não foi possível definir a presença da lâmina pós-espinal em suas vértebras dorsais. Também não há esta informação disponível em seu trabalho de descrição, sendo também classificado como *missing data*.

Todos os demais saurópodos incluídos na análise apresentam lâmina pós-espinhal nas vértebras dorsais médias e posteriores.

Chubitisaurus insignis apresenta somente o espinho neural de uma vértebra posterior preservada.

24. Processos transversos nas vértebras dorsais projetados: (0) fortemente dorso-lateralmente; (1) lateralmente ou levemente para cima. Upchurch (1998, 1999); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que apresentam processos transversos preservados nas vértebras dorsais, *Maxakalisaurus topai*, *Autraposeidon magnificus*, *Aeolosaurus maximus*, *Uberabatitan ribeiroi* os possuem projetados lateralmente, sendo levemente projetados para cima em *U. ribeiroi* e *Trigonosaurus pricei* (Figura 27).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que apresentam os processos transversos preservados nas vértebras dorsais, *Brachiosaurus brancai*, *Rapetosaurus krausei*, *Rinconosaurus caudamis*, *Neuquensaurus australis*, *Dreadnoughtus schrani*, *Narambuenatitan palomoi* os apresentam projetados lateralmente. *Saltasaurus loricatus*, *Rocasaurus muniozi* e *Pitekunsaurus macayaio*s apresentam projetados fortemente dorso-lateralmente, nas vértebras dorsais (figuras 27, 28 e 29).

25. Lâmina espino-diapofiseal acessória nas vértebras dorsais posteriores: (0) ausente; (1) presente. Salgado *et al.* (1997) e Sanz *et al.* (1999).

Dos saurópodos brasileiros estudados foi apenas possível observar a presença de lâmina espino-diapofiseal acessória nas vértebras dorsais posteriores de *Trigonosaurus pricei*.

Brachiosaurus brancai, *Andesaurus delgadoi*, *Dreadnoughtus schrani*, *Neuquensaurus australis*, *Rocasaurus muniozi* e *Saltasaurus loricatus* não apresentam lâmina espino-diapofiseal acessória nas vértebras dorsais posteriores.

Em *Rocasaurus muniozi* e *Rinconosaurus caudamis* não foi possível observar este carácter através de seus trabalhos de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), de ambos morfótipos não apresentarem lâmina espino-diapofiseal acessória nas vértebras dorsais posteriores.

26. Lâmina espino-pószigapofiseal nas vértebras dorsais médias e posteriores: (0) dividida; (1) simples. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras dorsais médias e posteriores preservadas, *Aeolosaurus maximus* e *Trigonosaurus pricei* possuem a lâmina espino-pószigapofiseal simples.

Em *Trigonosaurus pricei* não foi possível observar a lâmina espino-pószigapofiseal nas vértebras dorsais em seu artigo de descrição, porém a análise de Santucci (2005) propõe que é simples, classificação adotada para este trabalho.

Andesaurus delgadoi, *Rapetosaurus krausei*, *Dreadnoughtus schrani*, *Neuquensaurus australis* e *Saltasaurus loricatus* também apresentam a lâmina espino-pószigapofiseal simples nas vértebras dorsais médias e posteriores.

Chubutisaurus insignis possuem apenas o espinho neural de uma vértebra dorsal posterior preservada, a qual apresenta a lâmina espino-pószigapofiseal simples.

Brachiosaurus delgadoi possui a lâmina espino-pószigapofiseal dividida, nas vértebras dorsais médias e posteriores.

Costelas dorsais

27. Forâmen pneumático na porção proximal das costelas dorsais: (0) ausente; (1) presente. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem costelas dorsais preservadas, *Aeolosaurus maximus*, *Maxakalisaurus topai* e *Gondwanatitan faustoi* possuem forâmen pneumático na porção proximal (Figura 30).

Uberabatitan ribeiroi possui costelas dorsais preservadas, porém não foi possível identificar, em seu artigo de descrição, se apresentam forâmen pneumático em suas porções proximais.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem a porção proximal das costelas preservadas, *Brachiosaurus brancai*, *Dreadnoughtus schrani* apresentam forâmen pneumático.

Na análise de Santucci (2005) este caracter é classificado como *missing data* em *Brachiosaurus brancai*, porém segundo Taylor (2009) este morfótipo apresenta forâmen pneumático próximo a superfície articular das costelas dorsais.

No trabalho de descrição de *Narambuenatitan palomoi* não há imagens de suas costelas dorsais, e os autores não mencionam se apresentam forâmen pneumático, sendo assim o caracter em questão foi classificado como *missing data* para este morfótipo.

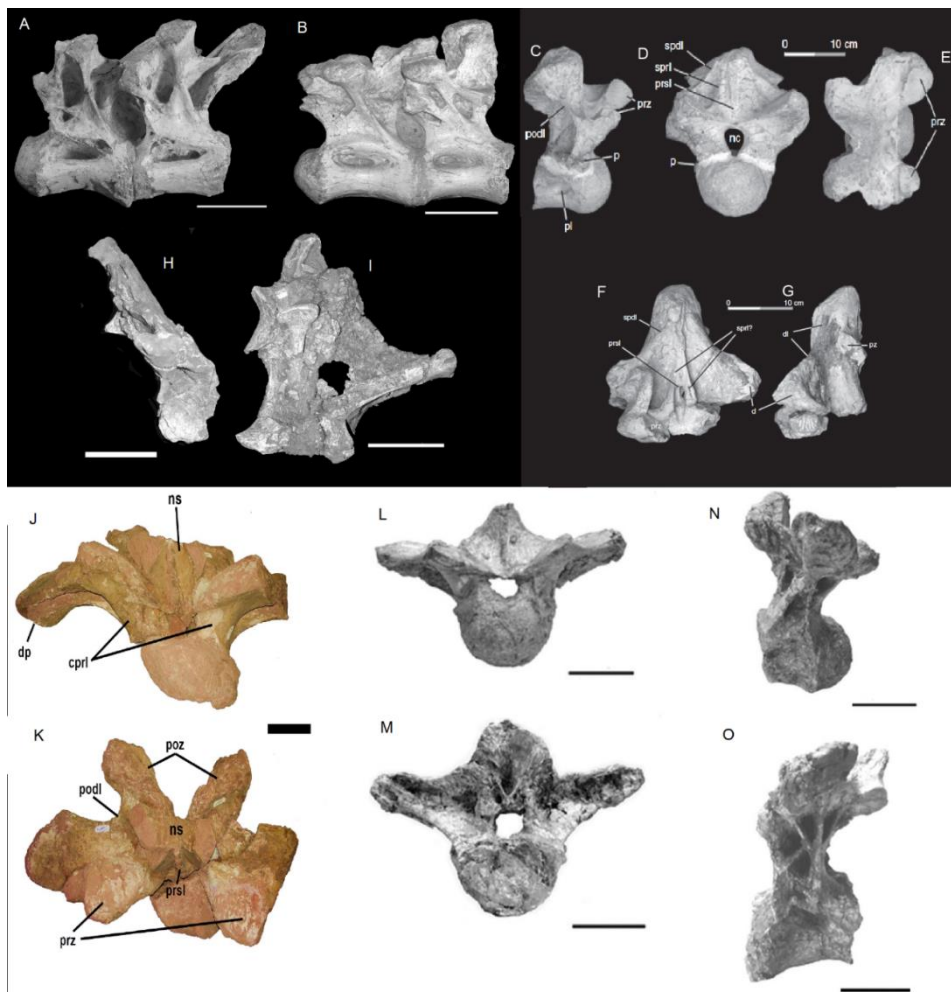


Figura 27- Vértex dorsais de saurópodos. A-B, vista lateral esquerda, escala 100 mm, *Trigonosaurus pricei*, Campos *et al.* (2005); C-G, vistas lateral direita, anterior, dorsal, espinho neural em vistas anterior e lateral esquerda, escala 10 cm, *Uberabatitan ribeiroi*, Salgado & Carvalho (2008); H-I, vistas lateral direita e posterior, escala 100 mm, *Maxakalisaurus topai*, Kellner *et al.* (2006); J-K, vistas anterior e dorsal, escala 100 mm, *Austroposeidon magnificus*, Bandeira *et al.* (2016); L-O, vistas anterior, lateral esquerda, posterior e lateral esquerda, escala 10 cm, *Pitekunsaurus macayai*, Filippi & Garrido (2008).

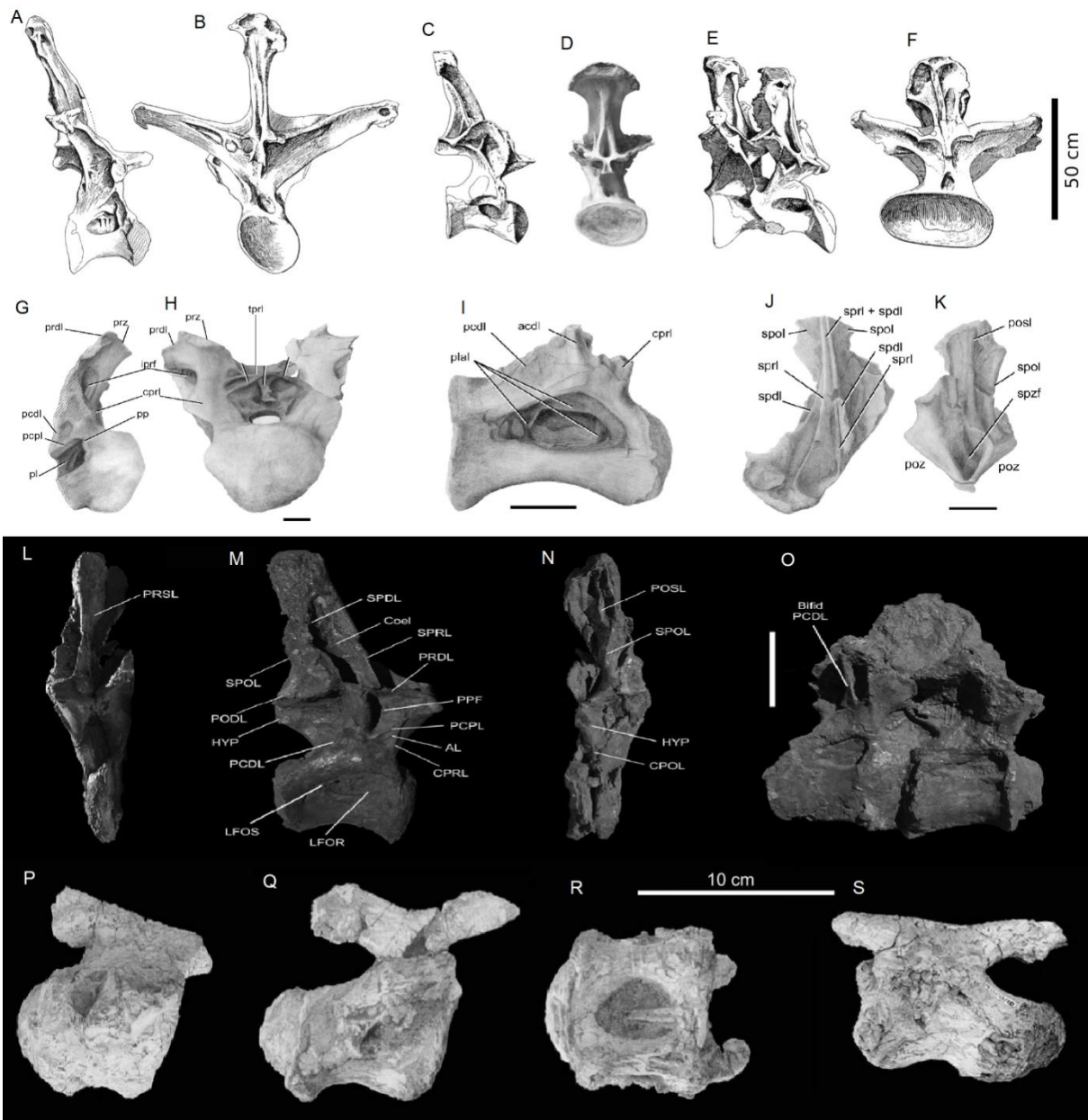


Figura 28- Vértex dorsais de saurópodos. A-F, vistas lateral direita, posterior, lateral esquerda, posterior, lateral esquerda e posterior, *Brachiosaurus brancai*, Taylor (2009); G-K, vistas lateral direita, anterior, lateral direita, espinho neural em vistas anterior e posterior, escala 10 cm, *Chubutisaurus insignis*, Carballido *et al.* (2011); L-O, vistas anterior, lateral direita, posterior e lateral direita, escala 200 mm, *Andesaurus delgadoi*, Mannion & Calvo (2011); P-S, vistas lateral esquerda, lateral esquerda, ventral e lateral direita, *Rocasaurus muniozi*, Garcia & Salgado (2013).

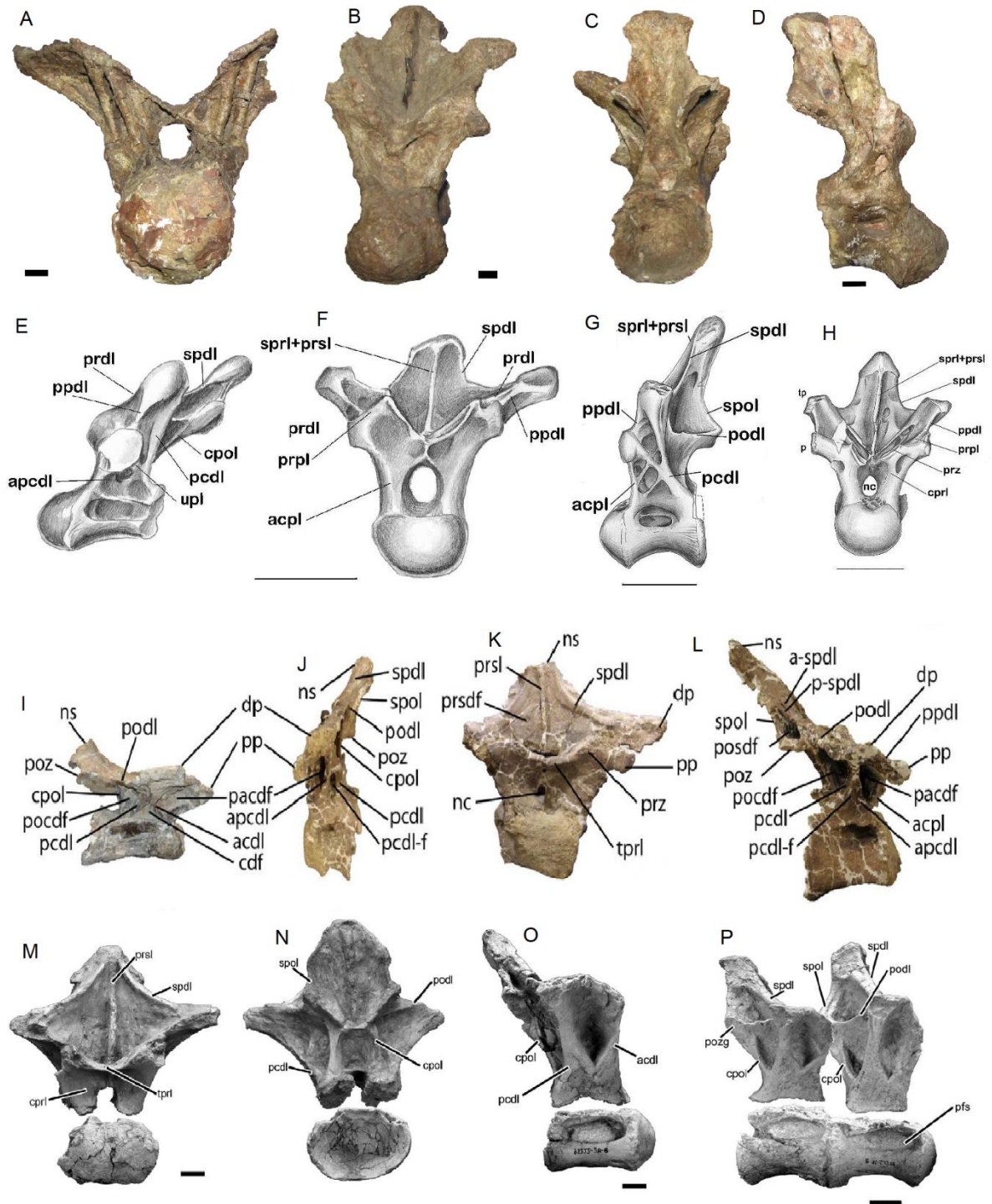


Figura 29- Vertebrae dorsais de saurópodos. A-D, vistas anterior, anterior, posterior e lateral direita, escala 2 cm, *Saltasaurus loricatus*, Zurriaguz & Powell (2015); E-H, vistas lateral esquerda, anterior, lateral esquerda e anterior, escala 10 cm, *Neuquensaurus australis*, Salgado *et al.* (2005); I-L, vistas lateral direita, lateral esquerda, anterior e lateral direita, *Dreadnoughtus schrani*, Lacovara *et al.* (2014); M-P, vistas anterior, anterior, lateral direita e lateral direita, escala 3 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers (2009).

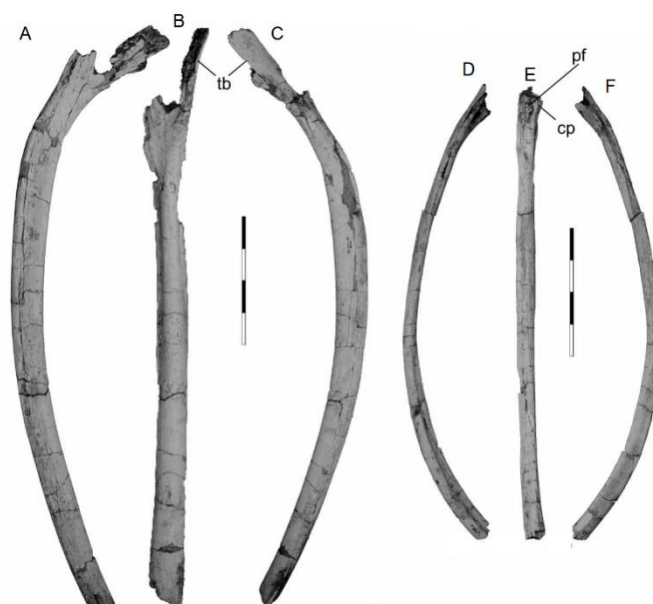


Figura 30 - Costela de *Aeolosaurus maximus*. A-F, vistas anterior, medial, posterior, anterior, medial e posterior, escala 20 cm, Santucci & Arruda Campos (2011).

Vértebras sacrais

28. Número de vértebras sacrais: (0) quatro; (1) cinco - três sacrais, uma dorso-sacral e uma caudo-sacral; (2) seis - três sacrais, uma dorso-sacral e duas caudo-sacrais; (3) seis - três sacrais, duas dorso-sacrais e uma caudo-sacral; (4) sete - quatro sacrais, duas dorso-sacrais e uma caudo-sacral. Modificado de Salgado *et al.* (1997) por Santucci (2005). Modificado pela Autora.

Gowndwanatitan faustoi e *Trigonosaurus pricei* são os únicos saurópodos brasileiros que apresentam seis vértebras sacrais preservadas, porém em seus artigos de descrição não são especificadas suas posições no sacro. Devido a isto, neste caracter foi definida a condição proposta por Santucci (2005) para ambos os morfótipos (Figura 31).

Uberabatitan riberoi apresenta somente a primeira vértebra sacral preservada. *Baurutitan britoi* apresenta somente a última sacral. *Maxakalisaurus topai* possui somente a quinta sacral e um arco neural preservados. *Austraposeidon magnificus* possui somente um fragmento. *Brasilotitan nemophagus* possui três vértebras sacrais incompletas.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise *Brachiosaurus brancai* possui cinco vértebras sacrais. *Rapetosaurus krausei* e *Saltasaurus loricatus* seis vértebras sacrais, sendo três sacrais, duas dorso-sacrais e uma caudo-sacral.

Neuquensaurus australis apresenta sete vértebras sacrais, sendo o único titanossauro possuindo esta característica. D'Emic & Wilson (2011) citam uma vértebra sacral (PVL 4017-18), com sete vértebras que pertencem ao material de *Saltasaurus loricatus*, e sugerem que esta possa ser uma possível sacral de *N. australis* (Figura 31).

Rapetosaurus krausei possui seis vértebras sacrais, porém não foi possível analisar a definição de cada uma delas através dos materiais consultados, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), de que esse morfótipo apresenta três sacrais, duas dorso-sacrais e uma caudo-sacral.

29. Pleurocelos ou profundas depressões nas vértebras sacrais: (0) ausentes; (1) presentes. Upchurch (1998; 1999); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos que apresentam o centro das vértebras sacrais bem preservados, *Gondwanatitan faustoi*, *Trigonosaurus pricei* e *Maxakalisaurus topai* não apresentam pleurocelos. Para *T. pricei* não há menção de pleurocelos para as vértebras sacrais em seu trabalho de descrição, bem como não foi possível observar este detalhe nas imagens com clareza. Portanto foi adotada a condição proposta por Santucci (2005), de que não há pleurocelos. A vértebra sacral de *M. topai* não está muito bem preservada, mas não parece possuir pleurocelos. Foi proposta a condição de que não há pleurocelos, porém pode ser um artefato da imagem.

Este caracter foi interpretado como *missing data* para *Uberabatitan riberoi* e *Baurutitan britoi*, apesar de ambos apresentarem centro das vértebras sacrais. Ambos os morfótipos aparentam apresentar depressões ou concavidades nas laterais dos centros das vértebras sacrais, porém não foi possível definir se de fato são pleurocelos.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Brachiosaurus brancai* e *Neuquensaurus australis* apresentam pleurocelos nas vértebras sacrais.

Não foi possível analisar este caracter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai*, *Neuquensaurus australis* e *Saltasaurus loricatus*, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2005),

de que *B. brancai* e *N. australis* apresentam pleurocelos ou depressões profundas nas vértebras sacrais, e *S. loricatus* não apresenta estas mesmas estruturas em suas vértebras sacrais.

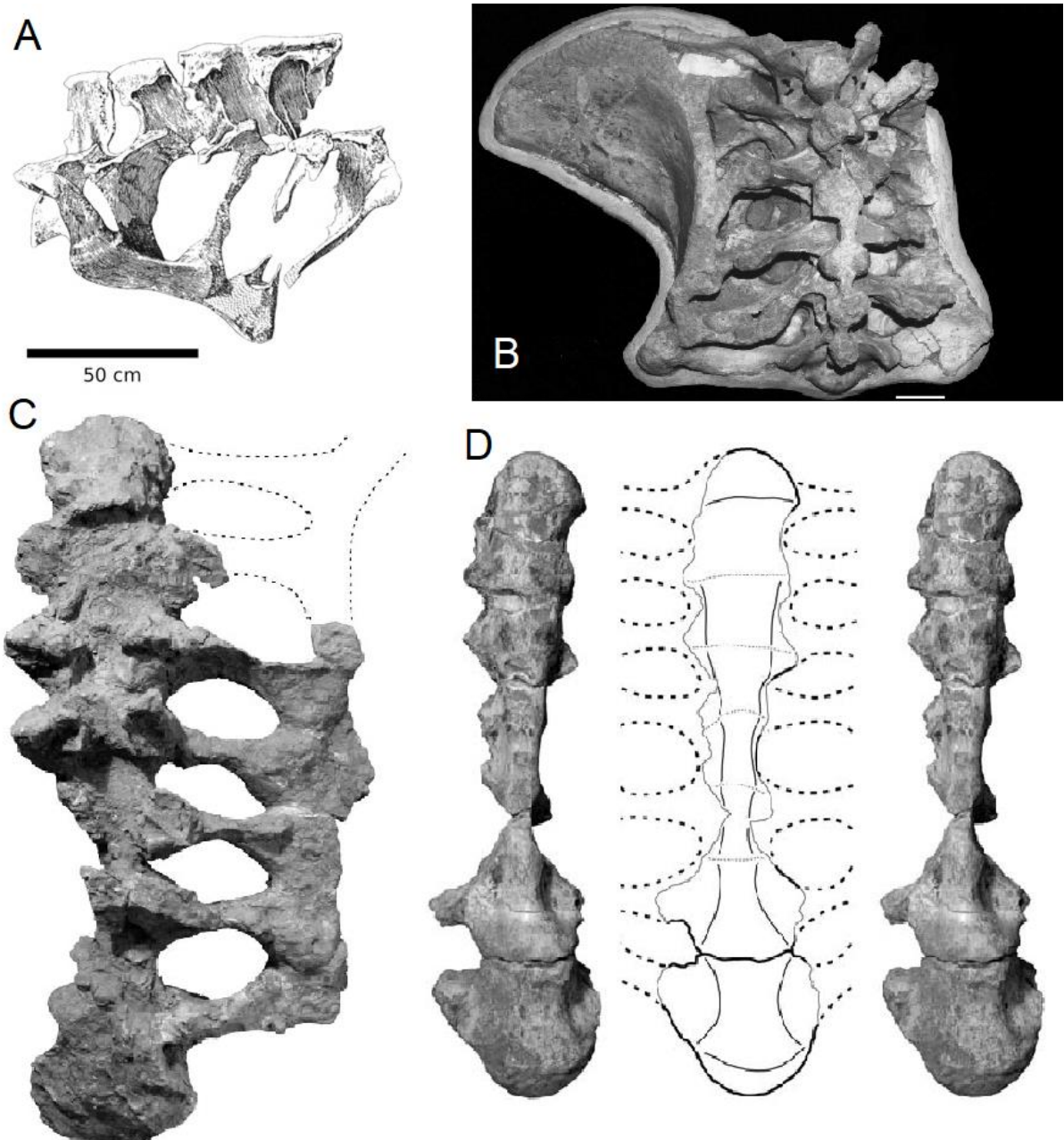


Figura 31- Sacros de saurópodos. A, vista lateral direita, *Brachiosaurus brancai*, Taylor (2009); B, vista dorsal, *Trigonosaurus pricei*, Campos *et al.* (2005); C, vista dorsal, *Saltasaurus loricatus*, D'Emic i& Wilson (2011); D, vista dorsal, *Neuquensaurus australis*, D'Emici & Wilson (2011).

Vértebras caudais

30. Articulações da primeira vértebra caudal: (0) plana; (1) procélica; (2) opistocélica; (3) biconvexa. Salgado *et al.* (1997); Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros que possuem a primeira vértebra caudal, *Baurutitan britoi* apresenta a condição biconvexa, e *Gondwanatitan faustoi* a situação procélica. Em Santucci (2005) a primeira vértebra caudal preservada em *Trigonosaurus pricei* é interpretada como a primeira, apresentando a condição procélica. Porém em Campos *et al.* (2005) os autores descreveram a espécie, e a primeira vértebra caudal preservada foi interpretada como a segunda.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, *Brachiosaurus brancai* e *Chubutisaurus insignis* apresentam a articulação da primeira vértebra caudal plana. *Narambuenatitan palomoi*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensarurs australis* apresentam a articulação da primeira caudal procélica. *Dreadnoughtus schrani* e *Pellegrinosaurus powelli* apresentam a primeira vértebra caudal biconvexa.

No trabalho de Carballido *et al.* (2011), a vértebra caudal mais anterior de *Chubutisaurus insignis* é referenciada como possível primeira ou segunda caudal, Devido a isto, para o presente trabalho, foi adotada a definição proposta por Santucci (2005).

Não foi possível analisar este caracter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai* e *Rapetosaurus krausei*, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2005), de que *B. brancai* apresenta as articulações da primeira vértebra caudal plana, condição que também está presente em sua segunda caudal, e que *R. krausei* apresenta a primeira vértebra caudal procélica.

31. Condições das vértebras caudais anteriores: (0) convexidade da face posterior muito desenvolvida e deslocada para baixo do eixo do centro vertebral; (1) convexidade da face posterior pouco desenvolvida e deslocada para baixo do eixo do centro vertebral; (2) anfipláticas ou anficélicas; (3) convexidade da face posterior pouco desenvolvida e deslocada para cima do eixo do centro vertebral; (4) convexidade da face posterior muito desenvolvida e deslocada para cima do eixo do centro vertebral. Modificado de Salgado *et al.* (1997) por Santucci (2005).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebra caudal anterior preservada, apresentam a convexidade da face posterior muito desenvolvida e deslocada para cima do eixo do centro vertebral (figuras 32 e 33).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, *Brachiosaurus brancai* apresenta a convexidade das vértebras caudais anteriores anfipláticas (Figura 25 I-M). Em *Andesaurus delgadoi* as vértebras caudais anteriores são levemente procélicas, com o ápice da convexidade acima do eixo vertebral. Em *Aeolosaurus rionegrinus*, *Rapetosaurus krausei*, *Pitenkusaurus macayai*, *Panamericansaurus schroederi*, *Drednoughtus schrani*, *Narambuenatitan palomoi*, *Pellegrinisaurus powelli*, *Bonatitan reigi*, *Rocasaurus muniozi*, *Neuquensaurus australis* e *Saltasaurus loricatus*, as vértebras caudais anteriores são fortemente procélicas, e com o ápice da convexidade deslocado para cima do eixo vertebral (figuras 34 e 35).

A terceira vértebra caudal anterior de *Aeolosaurus rionegrinus* possui o ápice da convexidade coincidente com o eixo do centro vertebral. As vértebras caudais anteriores, mais posteriores a estas, possuem a convexidade deslocada para cima do eixo vertebral do centro vertebral

32. Condição das vértebras caudais médias e posteriores: (0) anfipláticas; (1) pouco procélicas; (2) muito procélicas. Modificado de Salgado *et al.* (1997) por Santucci (2005).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais médias e posteriores preservadas, as apresentam de forma muito procélica (figuras 32 e 33).

Segundo Salgado & Carvalho (2008) *Uberabatitan ribeiroi* não possui as vértebras caudais mais posteriores fortemente procélicas.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem vértebras caudais médias e posteriores preservadas, apenas *Brachiosaurus brancai* e *Andesaurus delgadoi* apresentam as vértebras caudais médias e posteriores anfipláticas. *Rinconsaurus caudamirus*, *Pitekunsaurus macayai*, *Panamericansaurus schroederi*, *Deadnoughtus schrani*, *Pellegrinosaurus powelli*, *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* as apresentam fortemente procélicas (figuras 34 e 35).

Não foi possível analisar este carácter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai*, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), de que este morfótipo apresenta a condição das vértebras caudais médias e posteriores anfipláticas.

Calvo & Bonaparte (1999) definem as vértebras caudais médias e posteriores como anfipláticas ou platicélicas em *Andesaurus delgadoi*. Segundo Mannion & Calvo (2011), em *A. delgadoi* se tornam levemente anficélicas a partir das caudais anteriores mais posteriores. Santucci (2002, 2005) propôs, em suas análises, a condição anfiplática para as vértebras caudais médias e posteriores deste morfótipo. Devido a dubiedade da condição deste carácter na literatura, e por não ser possível definir com clareza através das imagens, foi adotada a condição observada e proposta por Santucci (2002, 2005).

Nos morfótipos *Uberabatitan ribeiroi*, *Maxakalisaurus topai*, *Pitekunsaurus macayai* e *Riconsaurus caudamirus*, há presença de vértebras caudais distais biconvexas. Segundo Wilson *et al.* (1999) e Wilson (2002) vértebras caudais distais biconvexas estão presentes em neo-saurópodos, diplodócidos e membros do Clado Saltasauridae. Porém vértebras caudais distais biconvexas também têm sido reportadas em materiais provenientes do Triângulo Mineiro, como é observado nos morfótipos *M. topai* e *U. ribeiroi*, na vértebra caudal CPP 3, atribuídas a um titanossauro indeterminado por Santucci & Bertini (2001), e em outras vértebras caudais distais descritas por Trotta *et al.* (2002).

As ocorrências citadas mostram que a presença de vértebras caudais distais biconvexas pode ocorrer em diversos grupos dentro do Clado Sauropoda. Wilson *et al.* (1999) sugerem que diplodócidos e saltassaurinos adquiriram esta característica de forma independente, o que também poderia se aplicar aos materiais citados acima. Esta é uma questão que poderá ser melhor debatida com novos achados da porção distal da cauda de indivíduos de ambos os grupos.

Ainda sobre as vértebras caudais distais, Kellner *et al.* (2006) citam que *Maxakalisaurus topai* apresenta uma série caudal com um centro procélico, um anficélico e outro biconvexo, característica também observada em *Riconsaurus caudamirus*, e em ambos a vértebra caudal biconvexa é uma médio-posterior. *Pitekunsaurus macayai* também apresenta uma vértebra caudal de centro procélico,

um ancicélico e outro biconvexo, porém a vértebra de centro biconvexo é uma caudal posterior, e não médio-posterior, como foi descrito para *M. topai* e *R. caudamirus*.

33. Proporções do centro vertebral das vértebras caudais anteriores: (0) igual ou mais alto que largo, com faces laterais planas ou ligeiramente côncavas. (1) comprimido dorso-ventralmente, com faces laterais convexas. Salgado *et al.* (1997).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais anteriores preservadas, somente em *Maxakalisaurus topai* o centro vertebral aparenta ser comprimido dorso-lateralmente, com faces laterais convexas.

Em *Adamantisaurus mezzalirai* e *Gondwanatitan faustoi* não foi possível definir este caracter em seus trabalhos de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2002, 2005), de que ambos possuem os centros vertebrais das vértebras caudais posteriores iguais ou mais altos que largos, com faces laterais planas ou ligeiramente côncavas.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Bonatitan reigi*, *Panamericansaurus schroederi*, *Narambuenatitan palomoi*, *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* possuem o centro vertebral das vértebras caudais anteriores relativamente comprimido dorso-ventralmente (figuras 34 e 35).

Em *Saltasaurus loricatus* foi observado, pelas imagens consultadas, que o centro vertebral das vértebras caudais anteriores é levemente côncavo. O mesmo foi observado para *Narambuenatitan palomoi* e *Neuquensaurus australis*, que de acordo com os autores Filippi *et al.* (2011), Salgado *et al.* (2005) e D'Emici & Wilson (2011), também possuem as faces laterais dos centros das vértebras caudais anteriores côncavas e levemente côncavas respectivamente. O caracter foi definido como comprimido dorso-lateralmente, com as faces laterais convexas para ambos os morfótipos, seguindo o que foi caracterizado por Santucci (2002, 2005) para *S. loricatus* e *N. australis*.

Na vértebra caudal anterior de *Panamericansaurus schroederi* foi observado que o seu corpo vertebral parece ter altura e largura equivalentes, como é observado em sua vértebra caudal média, e em outros membros do Clado Aeolosaurini. Porém para esta análise foi seguido o que é definido por Calvo & Porfiri (2010), no trabalho de descrição do morfótipo.

Em *Rocasaurus muniozi* não foi possível observar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), de que este morfótipo apresenta os centros das vértebras caudais anteriores comprimidos dorso-ventralmente, com faces laterais convexas.

34. Centro vertebral das vértebras caudais médias e posteriores: (0) igual ou mais alto que largo, com faces laterais planas ou ligeiramente côncavas; (1) comprimido dorso-ventralmente, com faces laterais convexas. Salgado *et al.* (1997).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais médias e posteriores preservadas, somente em *Maxakalisaurus topai* o centro vertebral aparenta ser comprimido dorso-ventralmente, com faces laterais convexas.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise apenas *Rinconosaurus caudamirus*, *Panamericansaurus schroederi*, *Pellegrinisaurus powelli*, *Andesaurus delgadoi* e *Brachiosaurus brancai* apresentam os centros vertebrais das vértebras caudais médias e posteriores iguais ou mais altos que largos, nas caudais médias e posteriores, com as faces laterais convexas (figuras 34 e 35).

Em *Pellegrinisaurus powelli*, as vértebras anteriores e posteriores são mais altas que largas, porém as caudais médias são mais largas que altas, com as faces laterais levemente côncavas. O carácter para este morfótipo foi definido como igual ou mais alto que largo, com faces laterais planas ou ligeiramente côncavas, seguindo o proposto por Santucci (2005).

Apesar de *Brachiosaurus brancai* apresentar as faces laterais ligeiramente côncavas, nas vértebras caudais médias e posteriores, não foi possível analisar se seu centro vertebral é igual ou mais alto, sendo assim foi adotada a definição proposta por Santucci (2002), de que este morfótipo apresenta o centro vertebral das vértebras caudais médias e posteriores igual ou mais alto que largo.

Pitenkusaurus macayai, *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* possuem o centro vertebral das vértebras caudais médias e posteriores relativamente comprimido dorso-ventralmente. Em *Saltasaurus loricatus* foi observado, pelas imagens consultadas, que os centros das vértebras caudais anteriores são levemente côncavos. O mesmo foi observado para *Neuquensaurus australis* e *Rocasaurus muniozi*, este último apresentando uma convexidade mais proeminente. O carácter foi definido como comprimido dorso-lateralmente, com as

faces laterais convexas para ambos os morfótipos, seguindo o que foi definido por Santucci (2002, 2005).

Não foi possível analisar a condição deste carácter através do trabalho de descrição de *Narambuenotitan palomoi* e *Dreadnoughtus schrani*, sendo classificado como *missing data* para ambos os morfótipos.

35. Pleurocelos nas vértebras caudais: (0) ausentes; (1) presentes nas vértebras sacro-caudais e caudais anteriores. Santucci (2002).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras sacro-caudais e caudais anteriores preservadas, não apresentam pleurocelos em seus centros vertebrais (figura 32 e 33).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, somente *Chubutisaurus insignis* e *Pellegrinisaurus powelli* apresentam pleurocelos nas vértebras caudais anteriores.

Em Santucci (2002) foi definido que *Chubutisaurus insignis* apresenta pleurocelos em suas vértebras caudais anteriores. Porém na vértebra referida como possível primeira ou segunda caudal no trabalho de Carballido *et al.* (2011) não há pleurocelos, mas a seguinte vértebra caudal mais anterior apresenta um pequeno pleurocelo.

Pellegrinisaurus powelli apresenta pleurocelos somente nas vértebras caudais mais anteriores.

Nas análises de Santucci (2002) foi acusada presença de pleurocelos nas vértebras sacro-caudais e caudais anteriores de *Andesaurus delgadoi*, porém neste presente trabalho foi identificado que não há pleurocelos nestas vértebras.

Salgado & Calvo (2003) acusam a presença de um possível pleurocelo no centro da segunda vértebra caudal de *Rinconsaurus caudamis*. Porém os autores não citam se há pleurocelos no centro da possível primeira vértebra caudal, e o morfótipo não apresenta vértebras sacro-caudais preservadas, sendo assim o carácter foi classificado como *missing data* para o morfótipo em questão.

Em *Rocasaurus caudamirus* há pleurocelos nas vértebras caudais médias, mas não foi possível analisar este carácter nas vértebras caudais anteriores através de seu material de descrição, sendo classificado como *missing data*.

36. Vértex caudais com espinho neural inclinado para frente, pelo menos a partir das vértebras caudais médias: (0) ausente; (1) presente. Santucci (2002, 2005).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem o espinho neural nas vértebras caudais preservados, somente *Baurutitan britoi* e *Adamantisaurus mezzalirai* não apresentam o espinho neural inclinado para frente.

Em *Uberabatitan riberoi* foi observado que as vértebras caudais médias, referidas como CPP-1018-UrB e CPP-1017-UrHo, parecem mostrar espinho neural levemente inclinado para trás, porém estas vértebras apenas apresentam sua base.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Aeolosaurus rionegrinus*, *Pitenkusaurus macayai*, *Panamericansaurus schroederi*, *Nambuenatitan palomoi* e *Dreadnoughtus schrani* apresentam o espinho neural inclinado para frente nas vértebras caudais.

Pitenkusaurus macayai apresenta a vértebra caudal anterior levemente inclinada para frente, porém o espinho neural das suas vértebras caudais posteriores é inclinado para trás.

Dreadnoughtus schrani apresenta o espinho neural inclinado para frente nas vértebras caudais anteriores mais posteriores, e nas caudais médias, porém as vértebras caudais mais posteriores apresentam o espinho neural inclinado para trás.

37. Posição do ápice da convexidade da face posterior, nas vértebras caudais médias: (0) deslocado para cima do eixo do corpo vertebral; (1) coincidente com o eixo vertebral. Modificado de Santucci (2002).

Este caracter foi modificado a fim de analisar a condição do ápice da convexidade somente nas vértebras caudais médias, pois o caracter 31 analisa a mesma condição nas vértebras caudais anteriores.

Todos os saurópodos brasileiros estudados apresentam o ápice da convexidade da articulação posterior deslocado para cima do eixo do corpo vertebral, nas vértebras caudais médias (figuras 32 e 33).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise apenas *Rinconsaurus caudamirus*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquansaurus australis* apresentam o ápice da convexidade da face posterior coincidindo com o eixo vertebral nas vértebras caudais médias (figuras 35 e 35).

Chubutisaurus insignis possui vértebras caudais médias preservadas, porém não há imagens das mesmas nos materiais consultados, assim como não há esta informação descrita. Assim este caracter foi definido como *missing data* para este morfótipo.

Não foi possível analisar a condição deste caracter através do trabalho de descrição de *Dreadnoughtus schrani*, sendo classificado como *missing data* para este morfótipo.

38. Posição do arco neural nos centros das vértebras caudais médias e posteriores: (0) ocupando toda a região dorsal do centro vertebral; (1) na porção média do centro vertebral; (2) na porção mais anterior do centro vertebral; (3) muito anteriormente. Modificado de Salgado *et al.* (1997) por Santucci (2005).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais médias e posteriores preservadas, apenas *Baurutitan britoi* e *Maxakalisaurus topai* apresentam os arcos neurais localizados na porção mais anterior dos centros vertebrais. Os restantes possuem os arcos neurais localizados muito anteriormente nos centros vertebrais (figuras 32 e 33). Em *Uberabatitan ribeiroi* os arcos neurais nas primeiras vértebras caudais médias são posicionados muito anteriormente, se tornando apenas deslocados para a porção mais anterior do centro nas caudais médias posteriores.

Entre os demais saurópodos estudados na análise, todos apresentam o arco neural posicionado na porção anterior dos centros vertebrais das vértebras caudais médias e posteriores, exceto *Rapetosaurus krausei*, *Panamericansaurus schroederi*, *Pellegrinisaurus powelli*, *Rocasaurus muniozi*, que apresentam os arcos neurais posicionados muito anteriormente (figuras 34 e 35).

39. Vértebras caudais anteriores e médias com faces ventrais comprimidas no sentido ântero-posterior: (0) ausente; (1) presente. Santucci (2002).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais anteriores e médias preservadas, não possuem faces ventrais comprimidas no sentido ântero-posterior, exceto *Aeolosaurus maximus* (figuras 32 e 33).

Em *Maxakalisaurus topai* apenas foi possível observar este caracter na vértebra caudal média.

Em *Baurutitan britoi* e *Gondwanatitan faustoi* não foi possível analisar este caracter, através de seus trabalhos de descrição, sendo adotada a condição proposta em Santucci (2002), de que ambos os morfótipos não apresentam as faces ventrais comprimidas no sentido ântero-posterior, nas vértebras caudais anteriores e médias.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Aeolosaurus rionegrinus*, *Pitenkusaurus macayai* e *Panamericansaurus schroederi* apresentam as faces ventrais das vértebras caudais anteriores e médias comprimidas no sentido ântero-posterior (figuras 34 e 35).

40. Seção do corpo vertebral, nas vértebras caudais médias e anteriores: (0) quadrada ou retangular; (1) aproximadamente circular. Santucci (2002).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais médias e anteriores preservadas, apresentam a seção do corpo vertebral quadrada ou retangular (figuras 32 e 33).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise apenas *Rapetosaurus krausei*, *Pellegrinisaurus powelli*, *Brachiosaurus brancai*, *Chubutisaurus insignis* e *Saltasaurus loricatus* apresentam a seção do corpo vertebral, nas vértebras caudais anteriores e médias, aproximadamente circular (figuras 34 e 35).

Não foi possível analisar a condição deste caracter através do trabalho de descrição de *Dreadnoughtus schrani*, sendo classificado como *missing data* para este morfótipo.

41. Face ventral do corpo vertebral, nas vértebras caudais médias e anteriores: (0) plana; (1) côncava. Santucci (2002).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais anteriores e médias preservadas, apresentam as faces ventrais dos corpos vertebrais côncavas (figuras 32 e 33).

Adamantisaurus mezzalirai possui somente as vértebras caudais anteriores preservadas, apresentando as faces ventrais dos seus corpos vertebrais côncavas.

Todos os demais saurópodos incluídos na análise apresentam a face ventral do corpo vertebral côncava, nas vértebras caudais médias e anteriores, exceto *Bonatitan reigi* (figuras 34 e 35)

Em *Andesaurus delgadoi* as faces ventrais dos corpos vertebrais, das vértebras caudais anteriores e médias, são levemente côncavas, sendo quase planas nas médias mais posteriores.

Na bibliografia consultada, referente a *Chubutisaurus insignis*, foi possível analisar a condição deste carácter apenas nas vértebras caudais anteriores.

Em *Neuquensaurus australis* a primeira vértebra caudal possui a face ventral de seu corpo quase plana.

42. Vértebras caudais anteriores ou médias com articulações para hemapófises muito desenvolvidas na face posterior: (0) ausente; (1) presente; (2) presente também na margem anterior. Santucci (2005).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais e médias preservadas, apenas *Gondwanatitan faustoi* não apresenta articulações para hemapófises muito desenvolvidas na face posterior.

Kellner & Azevedo (1999) citam que em *Gondwanatitan faustoi* estão presentes de forma incipiente.

Em *Adamantisaurus mezzalirai* e *Baurutitan ribeiroi* não foi possível analisar este carácter, em seus respectivos trabalhos de descrição, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2005), de que ambos apresentam as articulações para hemapófises muito desenvolvidas na face posterior das vértebras caudais anteriores ou médias.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise *Rinconsaurus caudamirus*, *Pitenkusaurus macayai*, *Panamericansarus schroederi*, *Aeolosaurus rionegrinus* e *Chubutisaurus insignis* apresentam as articulações para as hemapófises bem desenvolvidas, na face posterior das vértebras caudais anteriores e médias. Apenas *Rapetosaurus krausei* apresenta as articulações desenvolvidas nas regiões anterior e posterior, na face ventral das vértebras caudais anteriores e médias.

Não foi possível analisar este carácter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai* e *Rocasaurus muniozi*, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2002), de que ambos os morfótipos não apresentam articulações para as hemapófises muito desenvolvidas na face posterior das vértebras caudais anteriores ou médias.

Também não foi possível analisar a condição deste carácter através dos trabalhos de descrição de *Dreadnoughtus schrani* e *Narambunatitan palomoi*, sendo classificado como *missing data* para ambos os morfótipos.

43. Superfícies articulares das pré-zigapófises e pós-zigapófises nas vértebras caudais: (0) inclinadas; (1) sub-horizontais. Sanz *et al.* (1999).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais preservadas, apresentam as facetas articulares das pré-zigapófises e pós-zigapófises inclinadas.

Segundo Campos *et al.* (2005), as pré-zigapófises em *Trigonosaurus pricei* são menos inclinadas nas vértebras caudais posteriores, e as articulações das pós-zigapófises são inclinadas até a 6ª vértebra caudal.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Saltasaurus loricatus*, *Rocasaurus muniozi*, *Pitenkuserus macayai* apresentam as superfícies articulares das pré-zigapófises e pós-zigapófises sub-horizontais, nas vértebras caudais.

Em *Rinconsaurus caudamis* e *Rocasaurus muniozi* não foi possível observar este carácter com clareza, através de seus trabalhos de descrição, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2005) para ambos os morfótipos.

Não foi possível analisar a condição deste carácter através do trabalho de descrição de *Dreadnoughtus schrani*, sendo classificado como *missing data* para este morfótipo.

44. Crista lateral na base do arco neural das vértebras caudais médias: (0) ausente; (1) presente. Salgado *et al.* (1997).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais médias preservadas, não apresentam crista lateral na base do arco neural, exceto *Baurutitan britoi*.

Em *Trigonosaurus pricei* não foi possível analisar este carácter em seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2002), de que este morfótipo não apresenta crista lateral na base de seus arcos neurais nas vértebras caudais médias.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise apenas *Andesaurus delgadoi* apresenta crista lateral na base do arco neural das vértebras caudais médias. Em Mannion & Calvo (2011) foi possível identificar a presença de uma crista lateral na base do arco neural na vértebra caudal referida como Cd18, de *Andesaurus delgadoi*. Mannion & Calvo (2011) se referem a esta crista como neurocentral.

45. Vértebras caudais anteriores e médias, com base dos processos transversos, muito largas: (0) ausente; (1) presente. Santucci (2002).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que apresentam vértebras caudais anteriores e médias preservadas, apresentam a base dos processos transversos muito larga (figuras 32 e 33).

Em *Adamantisaurus mezzalirai* não foi possível analisar este carácter em seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2002), de que este morfótipo apresenta as bases dos processos transversos muito largas, nas vértebras caudais anteriores e médias.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise apenas *Brachiosaurus brancai*, *Andesaurus delgadoi*, *Chubutisaurus insignis* e *Dreadnoughtus schrani* não apresentam a base dos processos transversos muito largas.

46. Crista axial na margem ventral das vértebras caudais anteriores e médias: (0) ausente; (1) presente. Sanz *et al.* (1999).

Todos os saurópodos brasileiros, que possuem vértebras caudais anteriores e médias preservadas, não apresentam crista axial em suas faces ventrais.

Em *Trigonosaurus pricei*, *Adamantisaurus mezzalirai*, *Aeolosaurus maximus*, *Baurutitan britoi* e *Gondwanatitan faustoi* não foi possível analisar este carácter em seus respectivos trabalhos de descrição, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2002, 2005), de que todos não apresentam crista axial nas faces ventrais de suas vértebras caudais anteriores e médias.

Segundo Santucci & Arruda Campos (2011), *Aeolosaurus maximus* apresenta rasas cristas laterais na face ventral de sua vértebra caudal mais anterior.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e *Dreadnoughtus schrani* apresentam crista axial na margem ventral das vértebras caudais anteriores e médias (Figura 35).

Não foi possível analisar este carácter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai*, *Chubutisaurus insignis*, *Rapetosaurus krausei* e *Rinconsaurus caudamirus*, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2002; 2005), de que estes morfótipos não apresentam crista axial na margem ventral das vértebras caudais anteriores e médias.

47. Posição relativa da margem ântero-dorsal do espinho neural, no centro vertebral das vértebras caudais médias, com relação ao ápice das pós-zigapófises: (0) posterior; (1) anterior. Santucci (2002, 2005).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais médias preservadas, apresentam a porção da margem ântero-dorsal do espinho neural anterior ao ápice das pós-zigapófises (figuras 32 e 33).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Bonatitan reigi*, *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* apresentam a porção da margem ântero-dorsal do espinho neural posterior ao ápice das pós-zigapófises, nas vértebras caudais médias (figuras 34 e 35).

48. Vértebras caudais anteriores e médias com espinho neural apresentando forte expansão distal no sentido lateral: (0) ausente; (1) presente. Santucci (2002, 2005).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais anteriores e médias, apenas *Uberabatitan riberoi* não apresenta forte expansão distal no espinho neural.

Em *Maxakalisaurus topai* não foi possível analisar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo classificado como *missing data*.

Todos os morfótipos de outros países, incluídos na análise, não apresentam o espinho neural, nas vértebras caudais anteriores e médias, com forte expansão distal no sentido lateral.

49. Estrutura espino-pószigapofiseal nas vértebras caudais posteriores: (0) não projetada posteriormente; (1) projetada posteriormente. Sanz *et al.* (1999).

Todos os saurópodos brasileiros, com espinhos neurais das vértebras caudais posteriores preservados, apresentam estrutura espino-pószigapofiseal não projetada posteriormente.

Em *Trigonosaurus pricei*, *Aeolosaurus maximus* e *Gondwanatitan faustoi* não foi possível analisar este carácter, em seus respectivos trabalhos de descrição, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2002), de que estes morfótipos não apresentam a estrutura espino-pószigapofiseal projetada posteriormente nas vértebras caudais posteriores.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Saltasaurus loricatus*, *Neuquensaurus australis* e *Rapetosaurus krausei* possuem a estrutura espino-pószigapofiseal projetada posteriormente nas vértebras caudais posteriores.

Em *Andesaurus delgadoi*, *Brachiosaurus brancai*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* não foi possível analisar este carácter, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2002), de que *A. delgadoi* e *B. brancai* não apresentam a estrutura espino-pószigapofiseal projetada posteriormente nas vértebras caudais posteriores, e que *S. loricatus* e *N. australis* a possui projetada posteriormente.

Não foi possível analisar a condição deste carácter através do trabalho de descrição de *Dreadnoughtus schrani*, sendo classificado como *missing data* para este morfótipo.

50. Espinho neural com lâmina pré-espinal nas vértebras caudais anteriores: (0) ausente; (1) presente, baixo e robusto; (2) presente e muito alto. Santucci (2002, 2005).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem o espinho neural das vértebras caudais anteriores preservados, *Baurutitan britoi* e *Trigonosaurus pricei* apresentam a lâmina pré-espinal bem desenvolvida. *Adamantisaurus mezzalirai* e *Aeolosaurus maximus* apresentam esta lâmina baixa e robusta (figuras 32 e 33).

Em *Gondwanatitan faustoi* não foi possível identificar este carácter em seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2002, 2005), onde é classificado como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Dreadnoughtus schrani* apresenta a lâmina pré-espinhal muito desenvolvida nas vértebras caudais anteriores (figuras 34 e 35).

Nas análises de Santucci (2002, 2005) é proposto que *Andesaurus delgadoi* não apresenta lâmina pré-espinhal nos espinhos neurais das vértebras caudais anteriores, porém o contrário é observado no trabalho de Mannion & Calvo (2011), onde é possível observar a presença de lâmina pré-espinhal baixa e robusta na vértebra caudal anterior, referida como Cd8.

51. Vértebras caudais médio-posteriores com espinho neural expandido no sentido ântero-posterior: (0) presente; (1) ausente. Santucci (2002, 2005).

Todos os saurópodos brasileiros, que possuem o espinho neural nas vértebras caudais médio-posteriores preservadas, não apresentam o espinho neural expandido no sentido ântero-posterior (figuras 32 e 33).

Em *Gondwanatitan faustoi* não foi possível identificar este caracter em seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2002, 2005), de que este morfótipo não apresenta espinho neural expandido ântero-posteriormente nas vértebras caudais médio-posteriores.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Rinconsaurus caudamirus* e *Saltasaurus loricatus* não apresentam o espinho neural expandido no sentido ântero-posterior, nas vértebras caudais médio-posteriores (figuras 34 e 35).

52. Espinho neural com lâmina pós-espinhal nas vértebras caudais anteriores: (0) ausente; (1) presente. Santucci (2002, 2005).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem os espinhos neurais nas vértebras caudais anteriores preservados, apresentam lâmina pós-espinhal, exceto *Uberabatitan ribeiroi*.

Entre os demais saurópodos encluídos na análise, todos apresentam lâmina pós-espinhal nas vértebras caudais anteriores.

As análises de Santucci (2002, 2005) definiram que *Andesaurus delgadoi* não apresenta lâmina pós-espinhal nas vértebras caudais anteriores, porém no trabalho de Mannion & Calvo (2011) é possível observar a presença da lâmina pós-zigapofiseal na vértebra caudal anterior referida como Cd 8.

53. Vértex caudais anteriores e médias apresentando pré-zigapófises com facetas articulares amplas: (0) ausente; (1) presente. Santucci (2005).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem as pré-zigapófises preservadas, nas vértebras caudais anteriores e médias, apenas *Gondwanatitan faustoi* e *Baurutitan britoi* não possuem as facetas articulares amplas (figuras 32 e 33).

Maxakalisaururs topai apresenta pré-zigapófises com facetas articulares amplas nas vértebras caudais médias, porém as caudais anteriores não possuem pré-zigapófises preservadas, sendo assim não foi possível analisar este carácter nas vértebras caudais anteriores deste morfótipo.

No trabalho de descrição de *Adamantisaurus mezzalirai* apenas foi possível analisar este carácter na vértebra caudal média, que apresenta as facetas articulares das pré-zigapófises amplas.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Aeolosaurus rionegrinus* e *Chubutisaurus insignis* apresentam as facetas articulares das pré-zigapófises amplas, nas vértebras caudais anteriores e médias.

Em *Neuquensaurus australis* foi observado, através das imagens disponíveis no trabalho de Salgado *et al.* (2005), que a segunda vértebra caudal (MCS-5 / 2) parece ter as articulações das pré-zigapófises amplas. Porém a primeira vértebra caudal não possui estas articulações amplas, e não foi possível analisar a condição das vértebras anteriores seguintes. Sendo assim foi mantida, para esta análise, a definição proposta por Santucci (2005), de que este morfótipo não possui as articulações das pré-zigapófises amplas nas vértebras caudais anteriores.

Em *Chubutisaurus insignis* foi possível observar este carácter somente em uma vértebra caudal anterior.

Não foi possível analisar a condição deste carácter através dos trabalhos de descrição de *Dreadnoughtus schrani*, sendo considerado *missing data* para este morfótipo.

Em *Rinconsaurus caudamirus* não foi possível analisar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), de que este morfótipo não apresenta as facetas articulares das pré-zigapófises amplas nas vértebras caudais anteriores e médias.

54. Pré-zigapófises nas vértebras caudais. (0) curtas. (1) médias. (2) longas. Santucci (2002, 2005).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais preservadas, *Aeolosaurus maximus*, *Gondwanatitan faustoi* e *Maxakalisaurus topai* apresentam pré-zigapófises longas, o restante apresenta pré-zigapófises médias (figuras 32 e 33).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, *Aeolosaurus rionegrinus*, *Rinconsaurus caudamirus*, *Pitenkusaurus macayai*, *Panamericansaurus schroederi*, *Dreadnoughtus schrani*, *Narambuenatitan palomoi*, *Pellegrinisaurus powelli* apresentam as pré-zigapófises longas. *Brachiosaurus brancai*, *Chubutisaurus insignis*, *Andesaurus delgadoi* e *Rapetosaurus krausei* as possuem em tamanho mediano. *Bonatitan reigi*, *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquansaurus australis* as apresentam em tamanho curto (figuras 34 e 35).

Em *Rapetosaurus krausei* a pré-zigapófise das vértebras caudais médias é curta, e longa na pré-zigapófise da vértebra caudal distal, porém a condição deste carácter foi mantida como definida por Santucci (2005).

55. Lâminas espino-prézigapofiseais nas vértebras caudais anteriores e médias: (0) ausentes; (1) presentes; (2) presentes e muito desenvolvidas; (3) formando cristas que se desenvolvem até o topo do espinho neural. Santucci (2002, 2005).

Em *Trigonosaurus pricei* a lâmina espino-prézigapofiseal é bem desenvolvida na vértebra caudal 2, se tornando reduzida na caudal 3, onde possui bifurcação e lâmina acessória (lâmina acessória espino-prézigapofiseal), se tornando cada vez mais reduzida, até chegar na caudal 6, onde não é mais perceptível (CAMPOS *et al.*, 2005).

Em *Aeolosaurus maximus* a lâmina espino-prézigapofiseal é bem desenvolvida nas vértebras caudais anteriores, porém nas vértebras caudais médias não está bem preservada, impossibilitando a investigação da condição do carácter.

Em *Baurutitan britoiá* lâmina espino-prézigapofiseal é bem desenvolvida nas vértebras caudais anteriores, e reduzida nas caudais médias (KELLNER *et al.*, 2005).

Adamantisaurus mezzalirai apresenta lâmina espino-prézigapofiseal nas vértebras caudais anteriores não muito desenvolvidas, porém não existem caudais médias.

Em *Gondwanatitan faustoi* foi adotada a condição definida por Santucci (2002, 2005), pois não há como investigar a condição deste carácter no artigo de descrição da espécie.

Maxakalisaurus topai não possui o espinho neural das vértebras caudais anteriores preservadas, e no seu artigo de descrição não é possível observar presença e condição da lâmina espino-prézigapofiseal nas médio-caudais.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, *Brachiosaurus brancai*, *Andesaurus delgadoi*, *Rapetosaurus krausei* e *Narambuenatitan palomoi* apresentam lâmina espino-prézigapofiseal nas vértebras caudais anteriores e médias. *Bonatitan reigi*, *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* as apresentam bem desenvolvidas, formando cristas nos espinhos neurais.

Em *Rocasaurus muniozi* não foi possível observar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005).

Na análise de Santucci (2005) foi definido que *Andesaurus delgadoi* era o único morfótipo, em sua análise, que não apresentava lâminas espino-prézigapofiseais nas vértebras caudais anteriores e médias. Porém no trabalho de Mannion & Calvo (2011) é possível observar a presença desta lâmina na vértebra caudal 8. Através das imagens disponíveis no trabalho de Mannion & Calvo (2011) não foi possível definir se a lâmina espino-prézigapofiseal é muito desenvolvida, sendo assim foi considerada apenas como presente.

Através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai* foi possível analisar a condição apenas das vértebras caudais anteriores, que apresentam a lâmina espino-prézigapofiseal não muito desenvolvida.

Dreadnoughtus schrani possui lâmina espino-prézigapofiseal pelo menos nas vértebras anteriores, porém não foi possível analisar sua condição através de seu trabalho de descrição, sendo classificado como *missing data*.

56. Lâmina centro-pózigapofiseal nas vértebras caudais anteriores: (0) ausente; (1) presente; (2) presente e muito desenvolvida. Santucci (2002, 2005).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem as vértebras caudais anteriores preservadas, não apresentam a lâmina centro-pószigapofiseal.

Em *Gondwanatitan faustoi* e *Trigonosaurus pricei* não foi possível analisar este carácter em seus respectivos trabalhos de descrição, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2005), de que ambos os morfótipos não apresentam lâmina centro-pószigapofiseal nas vértebras caudais anteriores.

Nenhum dos morfótipos não brasileiros de saurópodos, incluídos na análise, apresentam lâmina centro-pószigapofiseal nas vértebras caudais anteriores.

Em *Rocasaurus muniozi* não foi possível observar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005).

Não foi possível analisar a condição deste carácter através do trabalho de descrição de *Dreadnoughtus schrani*, sendo classificado como *missing data* para este morfótipo.

57. Lâmina espino-pószigapofiseal nas vértebras caudais anteriores: (0) ausente; (1) presente; (2) presente e muito desenvolvida. Santucci (2002, 2005).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais anteriores preservadas, apenas *Adamantisaurus mezzalirai* não apresenta lâmina espino-pószigapofiseal.

Em *Gondwanatitan faustoi* não foi possível analisar este carácter em seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2002, 2005), onde é classificado como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, *Rocasaurus muniozi* não apresenta lâmina espino-pószigapofiseal nas vértebras caudais anteriores. *Rapetosaurus krausei*, *Narambunatitan palomoi*, *Andesaurus delgadoi* e *Saltasaurus loricatus* apresentam lâmina espino-pószigapofiseal nas vértebras caudais anteriores, porém não são bem desenvolvidas. *Bonatitan reigi* e *Neuquensaurus australis* possuem a lâmina espino-pószigapofiseal muito desenvolvida.

Em *Rocasaurus muniozi* não foi possível observar este carácter através de seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005).

Não foi possível identificar esta estrutura com exatidão nas imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai*, portanto foi adotada a

definição proposta por Santucci (2002, 2005), de que este morfótipo não apresenta lâmina espino-pózigapofiseal nas vértebras caudais anteriores.

Dreadnoughtus schrani possui lâmina espino-prézigapofiseal nas vértebras caudais anteriores, porém não foi possível analisar sua condição através de seu trabalho de descrição, sendo classificado como *missing data*.

58. Faceta articular das pós-zigapófises nas vértebras caudais anteriores e médias: (0) plana; (1) côncava. Santucci (2002, 2005).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem vértebras caudais anteriores e médias preservadas, apresentam facetas articulares das pós-zigapófises côncavas (figuras 32 e 33).

Adamantisaurus mezzalirai não apresenta vértebras caudais médias preservadas, porém as caudais anteriores apresentam as facetas articulares das pós-zigapófises côncavas.

Em *Aeolosaurus maximus* as vértebras caudais anteriores apresentam as facetas articulares das pós-zigapófises côncavas, porém não foi possível analisar este caracter nas caudais médias.

Em *Gondwanatitan faustoi* não foi possível identificar este caracter em seu trabalho de descrição, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2002, 2005), onde é classificado como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Rapetosaurus krausei*, *Panamericansaurus schroederi* e *Andesaurus delgadoi* apresentam as facetas articulares das pós-zigapófises côncavas, nas vértebras caudais anteriores e médias (figuras 34 e 35).

Não foi possível analisar a condição deste caracter através do trabalho de descrição de *Dreadnoughtus schrani*, sendo classificado como *missing data* para este morfótipo.

59. Processo transversal nas vértebras caudais: (0) desaparece por volta da 15ª vértebra caudal; (1) presente somente até a 10ª vértebra caudal; (2) presente de forma reduzida entre as vértebras caudais 14ª e 20ª. Modificado de Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Neste carácter foi necessário fazer uma modificação, para analisar a condição do processo transversal reduzido entre as vértebras caudais 14^a e 20^a, presente somente em *Trigonosaurus pricei*.

Trigonosaurus pricei apresenta o processo transversal reduzido a partir da vértebra caudal 14^a, se tornando cada vez mais reduzido até a caudal 20^a, sua última caudal preservada.

Em *Uberabatitan ribeiroi* e *Baurutitan britoi* o processo transversal desaparece por volta da 10^a vértebra caudal posterior. Em *U. ribeiroi* a vértebra referida como 11^a ou 12^a não apresenta processo transversal, indicando que tenha desaparecido por volta da 10^a vértebra caudal. Em *B. britoi*, antes de desaparecer na 10^a vértebra caudal, o processo transversal ainda é observável de forma bastante reduzida nas vértebras caudais 8^a e 9^a.

Em *Gondwanatitan faustoi*, de acordo com seu artigo descritivo, o processo transversal está presente na 9^a vértebra caudal, reduzido em uma crista, e tende a desaparecer por completo nas vértebras caudais mais posteriores. Devido à incerteza da condição do carácter neste morfótipo foi adotada a definição proposta por Santucci (2005), como *missing data*.

Aelosaurus maximus apresenta seis vértebras caudais anteriores, apresentadas como possíveis C4-C9 em seu artigo de descrição (SANTUCCI & ARRUDA-CAMPOS, 2011), todas possuindo processo transversal, exceto as duas últimas, que não possuem a estrutura bem preservada. *A. maximus* também apresenta uma vértebra médio caudal e uma caudal posterior, ambas não apresentando processo transversal, porém não há como saber a correta posição destas vértebras na sequência caudal. Portanto foi adotada a condição de *missing data*, proposta na análise de Santucci (2005).

Em *Andesaurus delgadoi* foi possível observar que o processo transversal é reduzido em uma protuberância circular na vértebra caudal 14, se tornando uma crista cada vez mais reduzida entre as vértebras caudais 18 a 20 (Figura 27).

60. Fossas laterais no espinho neural da primeira vértebra caudal: (0) ausentes; (1) presentes. Modificado de Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

A nomenclatura da estrutura em questão foi modificada de celas laterais, adotada em Santucci (2005), para fossas laterais, seguindo a descrição da mesma

nos trabalhos de Sanz *et al.*, (1999), Santucci & Bertini (2006) e Gonzáles Riga *et al.* (2018). O carácter também foi modificado de forma a abranger vértebras caudais mais anteriores, que apresentam a fossa lateral nos espinhos neurais, porém não são classificadas como a primeira vértebra caudal.

Adamantisaurus mezzalirai apresenta fossa nas laterais do espinho neural de segunda e terceira vértebras caudais, porém na terceira esta fossa é menos desenvolvida. Em Santucci (2005) a segunda vértebra caudal foi assumida como primeira vértebra em sua análise, porém o morfótipo ainda não tinha sido descrito formalmente, o que pode ter ocasionado o equívoco. Portanto para este trabalho este carácter foi definido como *missing data* para *A. mezzalirai* (Figura 16 A-B).

Aelosaurus maximus, *Baurutitan britoi*, *Trigonosaurus pricei* e *Uberabatitan ribeiroinã* apresentam fossas laterais nos espinhos neurais das vértebras caudais anteriores.

Em *Gondwanatitan faustoi* não foi possível examinar esta característica em seu artigo de descrição, portanto foi adotada a condição proposta na análise de Santucci (2005), como *missing data*.

Nenhum dos demais saurópodos incluídos nas análises apresentam fossas laterais no espinho neural da primeira vértebra caudal.

Não foi possível analisar este carácter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai* e *Rapetosaurus krausei*, sendo adotada as definições propostas por Santucci (2005), de que ambos os morfótipos não apresentam fossa lateral no espinho neural da primeira vértebra caudal.

61. Processo transversal nas vértebras caudais anteriores: (0) triangular, com porção distal alongada; (1) em forma de asa, sem porção distal arredondada. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Todos os dinossauros saurópodos brasileiros, com processo transversal preservado nas vértebras caudais anteriores, apresentam forma triangular nesta estrutura (figuras 32 e 33).

Em *Gondwanatitan faustoi* não foi possível examinar esta característica em seu artigo de descrição, portanto foi adotada a condição proposta na análise de Santucci (2005), onde foi definido que este morfótipo apresenta os processos

transversos nas vértebras caudais anteriores triangulares, com a porção distal alongada.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, todos apresentam o processo transversal com formato triangular nas vértebras caudais anteriores (figuras 34 e 35).

Em *Rocasaurus muniozi* e *Rapetosaurus krausei* não foi possível observar este carácter através dos trabalhos consultados, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2005).

62. Arcos hemais nas vértebras caudais anteriores: (0) fechados; (1) abertos. Salgado *et al.* (1997).

Todos os saurópodos brasileiros, com hemapófises preservadas, apresentam arco hemal aberto nas vértebras caudais anteriores (Figura 36).

Todos os morfótipos não brasileiros, incluídos na análise, também apresentam os arcos hemais abertos nas vértebras caudais anteriores (Figura 36).

Não foi possível analisar este carácter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai*, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), de que este morfótipo apresenta os arcos hemais abertos nas vértebras caudais anteriores.

Neuquensaurus australis possui três arcos hemais preservados, porém não há imagens, nem informações sobre eles nos trabalhos consultados, sendo classificado como *missing data*.

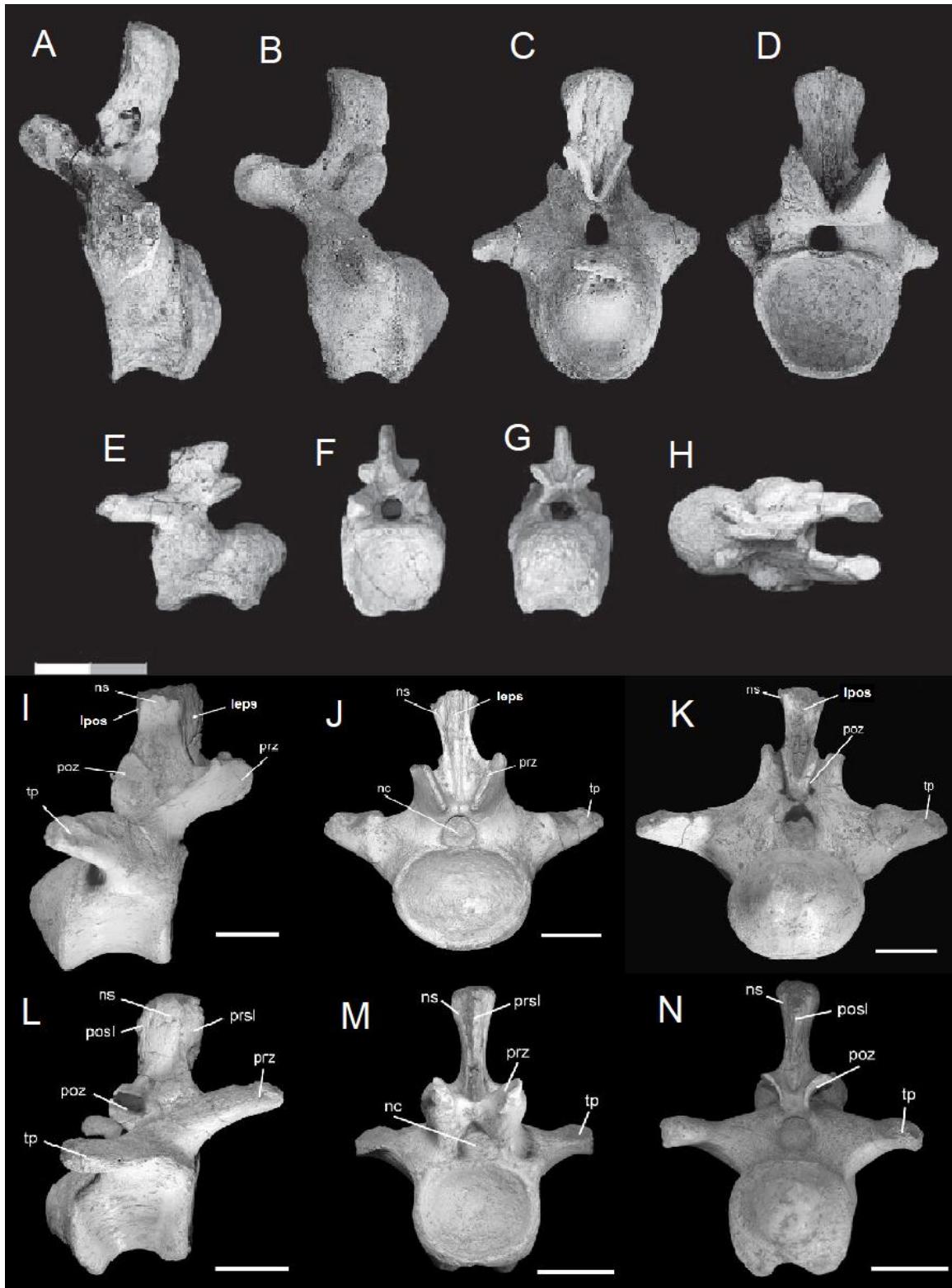


Figura 32 - Vértèbras caudais de saurópodos. A-D, vistas lateral, lateral esquerda, anterior e posterior, *Adamantisaurus mezzalirai*, Santucci & Bertini (2006); I-N, vistas lateral direita, anterior, posterior, lateral direita, anterior e posterior, escala 50 mm, *Trigonosaurus pricei*, Campos *et al.* (2005).

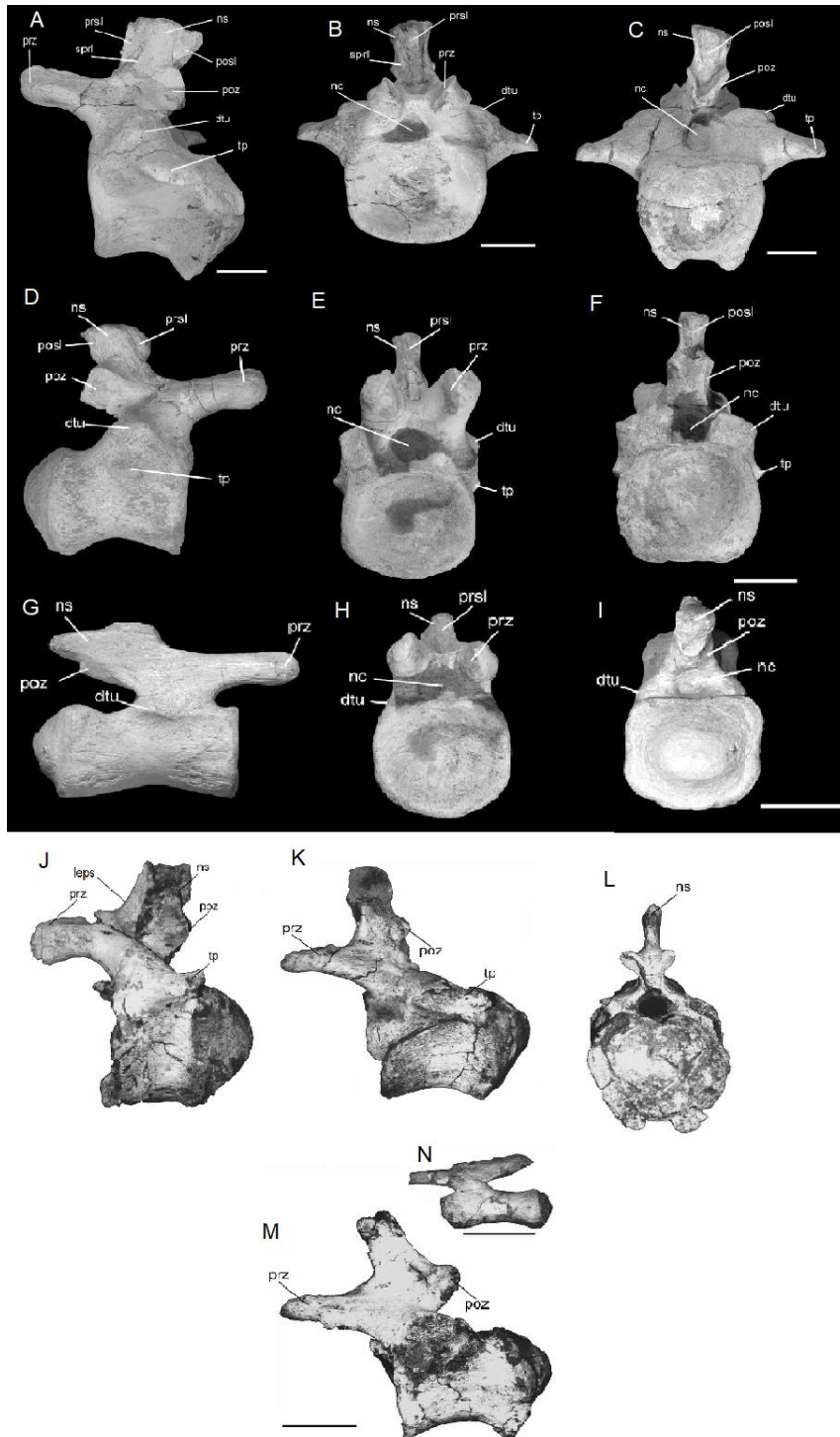


Figura 33 - Vértebras caudais de saurópodos. A-I, vistas lateral esquerda, anterior, posterior, escala 50 mm, *Baurutitan britoi*, Kellner *et al.* (2005); J-M, vistas lateral esquerda, lateral esquerda, anterior e lateral esquerda, escala 10 cm J-M, 5 cm K, *Aeolosaurus maximus*, Santucci & Arruda Campos (2011).

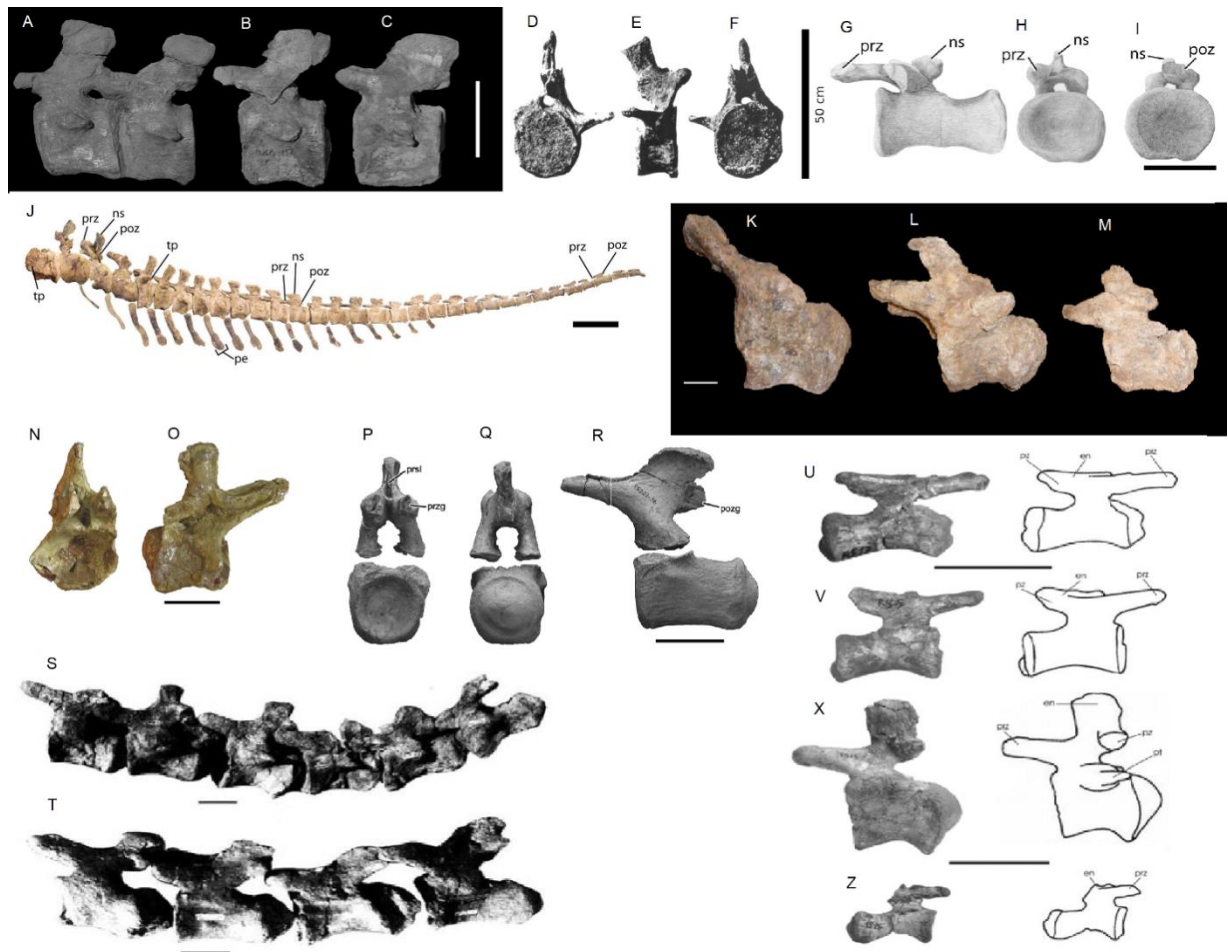


Figura 34 - Vértèbras caudais de saurópodos. A-C, vista lateral esquerda, escala 100 mm, *Andesaurus delgadoi*, Mannion & Calvo (2011); D-F, vistas posterior, lateral direita, anterior, *Brachiosaurus brancai*, Taylor (2009); G-I, vistas lateral esquerda, anterior, posterior, escala 10 cm, *Chubutisaurus insignis*, Carballido *et al.* (2011); J, vista lateral esquerda, escala 50 cm, *Dreadnoughtus schrani*, Lacovara *et al.* (2014); K-M, vista lateral esquerda, escala 3 cm, *Panamericansaurus schoederi*, Calvo & Portiri (2010); N-O, vistas anterior e lateral esquerda, escala 10 cm, *Pellegrinisaurus powelli*, Cerda *et al.* (2021); P-Q, vistas anterior, posterior e lateral esquerda, escala 3 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers (2009); S-T, vista lateral esquerda, escala 5 cm, *Rinconsaurus caudamirus*, Calvo & Gonzáles-Riga (2003); U-Z, vistas lateral esquerda, lateral direita em Z, escala 10 cm, *Pitenkunsaurus macayai*, Filippi & Garrido (2008).

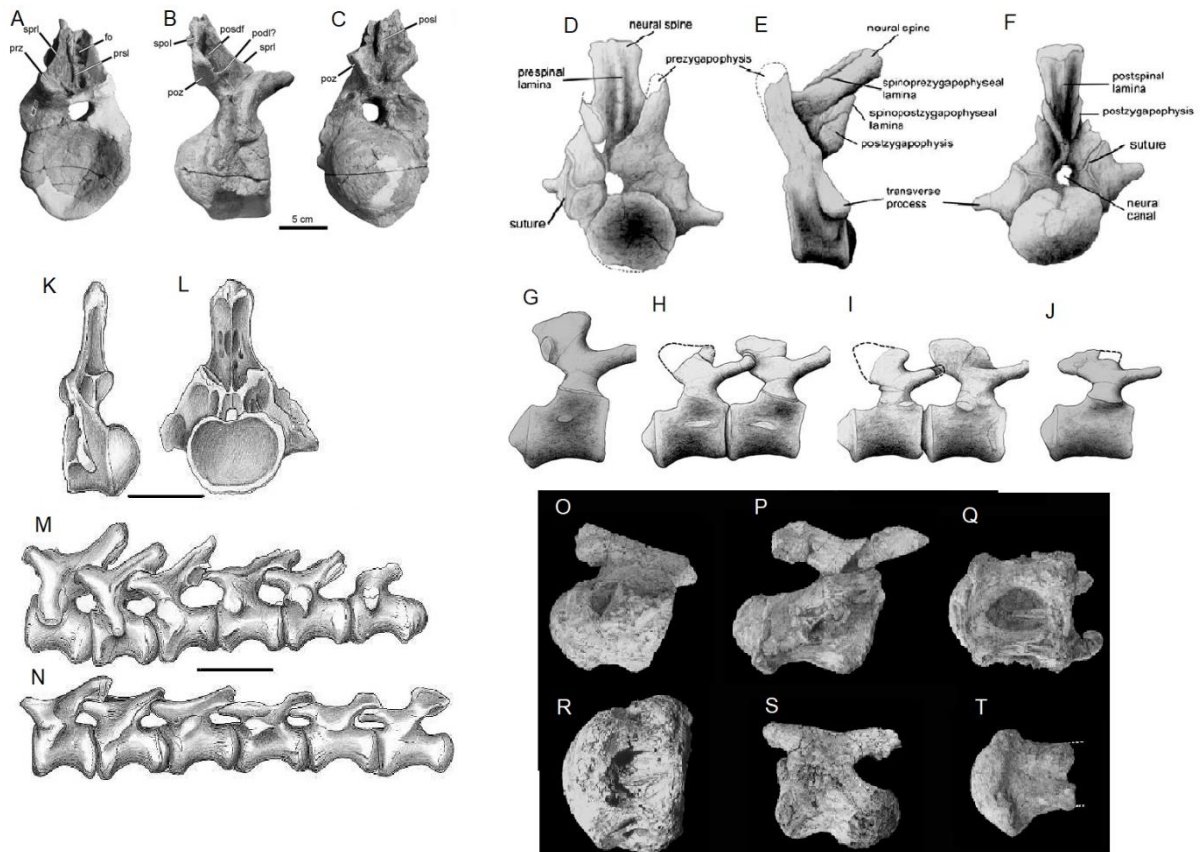


Figura 35 - Vértebras caudais de saurópodos. A-C, vistas anterior, lateral direita e posterior, escala 5 cm, *Bonatitan reigi*, Salgado *et al.* (2005); D-I, vistas anterior, lateral esquerda, posterior, lateral direita, *Nambuenatitan palomoi*, Filippi *et al.* (2011); K-L, vistas lateral esquerda, anterior, lateral esquerda, escala 10 cm; O-P, vistas lateral direita, ventral, ventral, laral direita, ventral, *Rocasaurus muniozi*, Garcia & Salgado (2013).

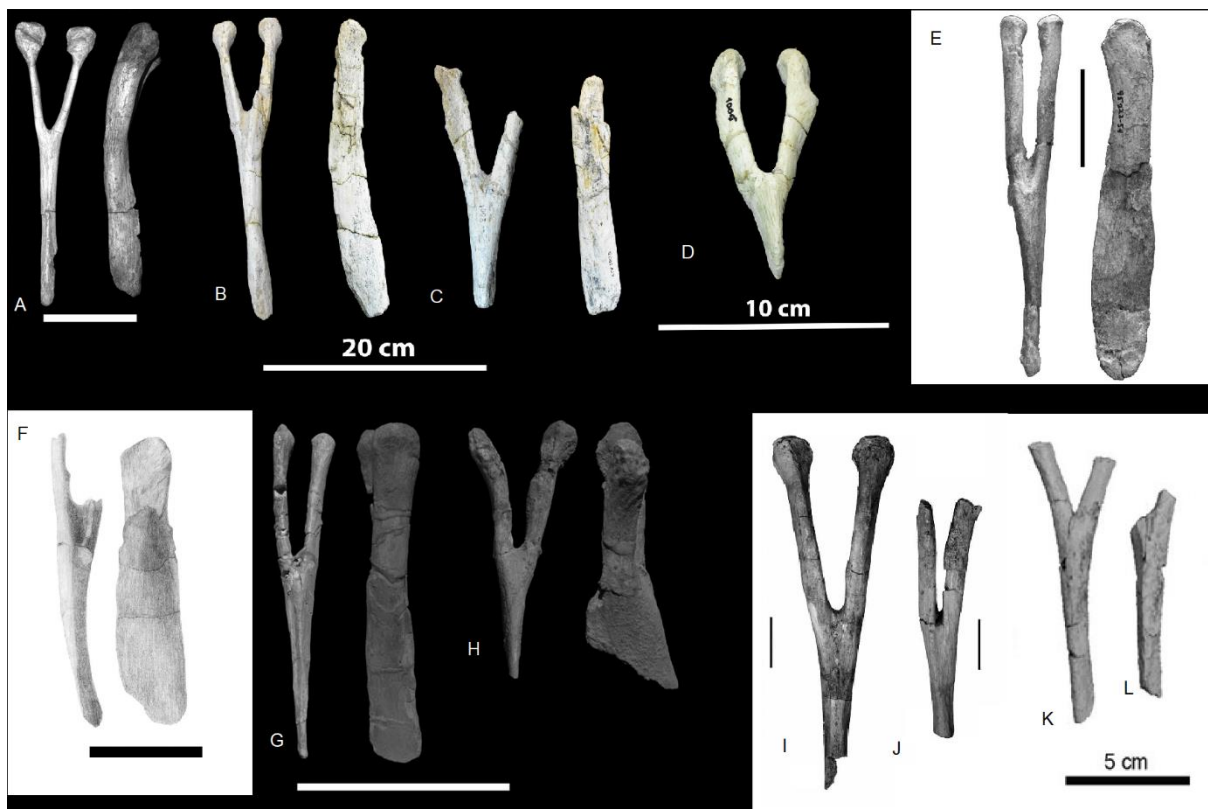


Figura 36 - Arcos hemais de saurópodos. A, vistas posterior e lateral esquerda, escala 100 mm, *Maxakalisaurus topai*, Kellner *et al.* (2006); B-D, vistas anterior, lateral esquerda, anterior, lateral esquerda, anterior, *Uberabatitan ribeiroi*, Silva Junior *et al.* (2019); E, vistas anterior e lateral direita, escala 1 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers (2009); F, vistas anterior e lateral, escala 10 cm, *Chubutisaurus insignis*, Carballido *et al.* (2011); G-H, vistas anterior, lateral esquerda, posterior, lateral esquerda, escala 200 mm, *Andesaurus delgadoi*, Mannion & Calvo (2011); I-J, vista posterior, escala 5 cm, *Aeolosaurus maximus*, Santucci & Arruda Campos (2011); K-L, vista anterior, *Bonatitan reigi*, Salgado *et al.* (2015).

Placa esternal

63. Placas esternais: (0) subovais; (1) semilunares. Salgado *et al.* (1997).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem placas esternais preservadas, *Maxakalisaurus topai* e *Uberabatitan ribeiroi* as apresentam em forma de meia lua (Figura 37).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem placas esternais preservadas, apenas *Brachiosaurus brancai* apresentam-nas em forma suboval.

Neuquensaurus australis possui somente as porções laterais distais das placas esternais preservadas, ambas apresentando uma forte concavidade, o que indica um formato semi-lunar (Figura 27).

Úmero

64. Úmero maior ou igual ao fêmur: (0) ausente; (1) presente. Santucci (2005).

Dos saurópodos brasileiros estudados, apenas *Aeolosaurus maximus* possui o fêmur preservado, este sendo maior que o úmero.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, quem possuem fêmur e úmero preservados, *Brachiosaurus brancai* apresenta o úmero maior que o fêmur. *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* apresentam o úmero menor que o fêmur.

65. Epífise proximal do úmero: (0) pouco expandida medialmente. (1) muito expandida medialmente. Santucci (2002, 2005).

Todos os saurópodos brasileiros estudados, que possuem a epífise do úmero bem preservado, a apresentam muito expandida medialmente (Figura 38).

Maxakalisaurus topai tem somente parte da epífise proximal do úmero preservada, e aparentemente é bem expandida medialmente. Porém após comparações com úmeros de *Cedarosaurus weiskopface* e *Brachiosaurus altithorax*, que possuem epífise proximal do úmero pouco expandida medialmente, houve a incerteza sobre esta condição. Sendo assim foi assumida a condição de *missing data* para esta espécie.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Brachiosaurus brancai* e *Andesaurus delgadoi* possuem a epífise proximal do úmero pouco expandida medialmente (Figura 38).

Não foi possível observar este caracter em *Andesaurus delgadoi*, portanto foi adotada a definição proposta por Santucci (2005).

Na análise de Santucci (2005) é definido que *Brachiosaurus brancai* apresenta a epífise proximal do úmero muito expandida medialmente, diferente do que foi definido para *B. altithorax*, que apresenta esta epífise pouco expandida

medialmente. Porém analisando imagens, disponíveis no trabalho de Taylor (2009), foi possível observar que o úmero de ambos os morfótipos são semelhantes. *B. brancai* difere do úmero de *B. altithorax*, sendo levemente mais grácil, principalmente na região da crista deltóide do úmero, o que pode gerar a impressão de que a epífise proximal de *B. brancai* é mais expandida que em *B. altithorax*. Portanto para a presente análise foi definido que *B. brancai* apresenta a epífise proximal do úmero pouco expandida.

A epífise proximal do úmero de *Aeolosaurus rionegrinus* não está bem preservada, porém é possível observar ser expandida medialmente.

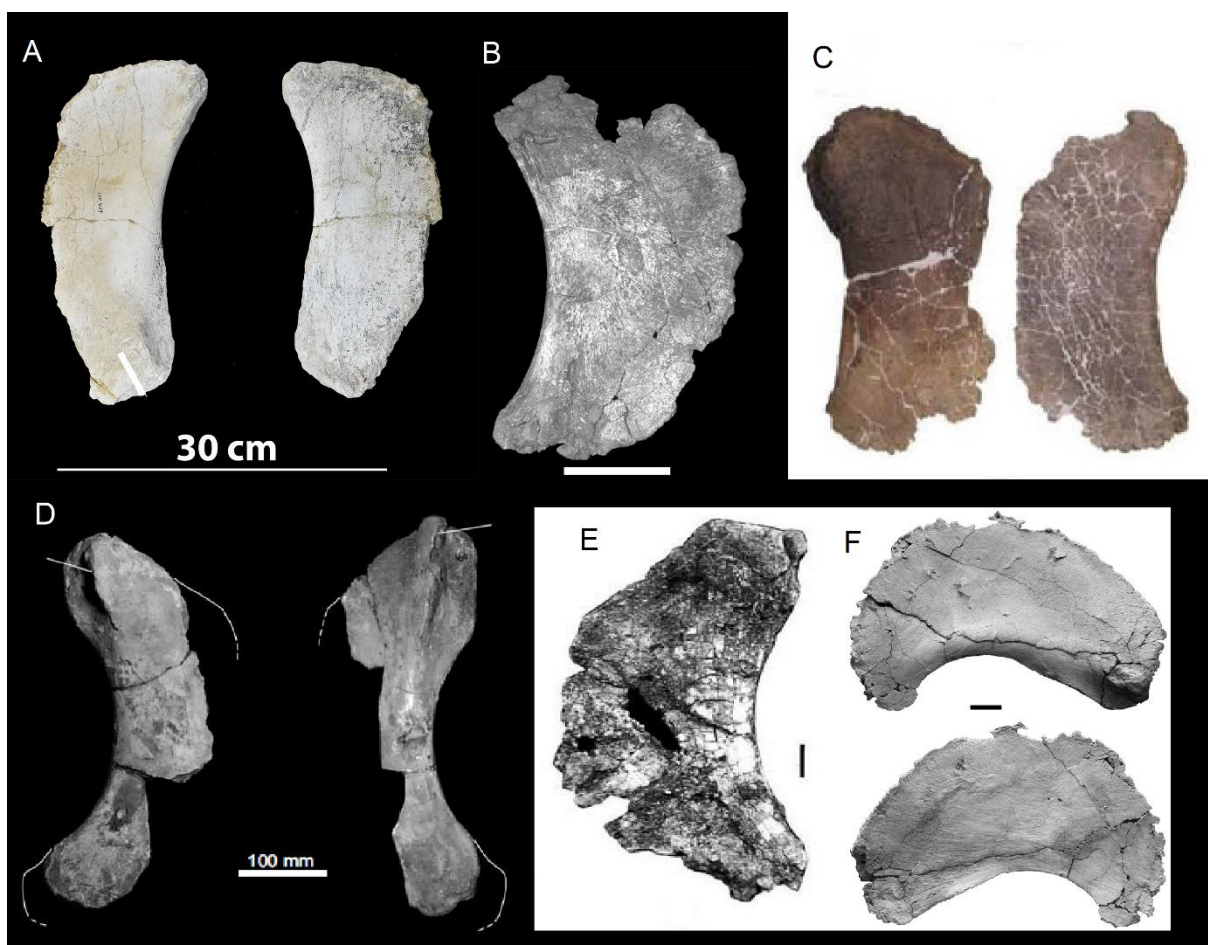


Figura 37 - Placas esternais de saurópodos. A, vistas ventral e dorsal, *Uberabatitan ribeiroi*, Silva Junior *et al.* (2019); B, escala 100 mm, *Maxakalisaurus topai*, Kellner *et al.* (2006); C, vista ventral, *Dreadnoughtus schrani*, Lacovara *et al.* (2014); D, vista ventral, *Neuquensaurus australis*, Otero (2010); E, escala 5 cm, *Rinconsaurus caudamirus*, Calvo & Goonzález-Riga (2003); F, vistas ventral e dorsal, escala 3 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers (2009).

66. Crista deltóide do úmero: (0) reta; (1) curvada medialmente. Sanz *et al.* (1999).

Aeolosaurus maximus, *Gondwanatitan faustoi* e *Uberabatitan riberoi* apresentam a crista deltóide do úmero curvada medialmente (Figura 38). Em *U. riberoi* a condição definida deste caracter poder ser fruto de artefato da imagem.

Maxakalisaurus topai apresenta somente parte da crista deltóide do úmero preservada, portanto não foi possível definir, com clareza, sua condição, sendo considerada como *missing data*.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Saltasaurus loricatus* apresenta a crista deltóide reta no úmero.

A crista deltóide dos úmeros de *Andesaurus delgadoi* e *Narambuenatitan palomoi* são levemente curvadas medialmente (Figura 38).

67. Crista deltóide do úmero. (0) pouco desenvolvida; (1) desenvolvida. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que apresentam a crista deltóide do úmero bem preservada, *Uberabatitan riberoi* e *Gondwanatitan faustoi* apresentam a condição da crista bem desenvolvida (Figura 38).

Apesar de *Makalisaurus topai* apresentar uma base ampla da crista não é possível observar este caracter com clareza em seu úmero, sendo definido como *missing data*.

Todos os morfótipos não brasileiros, incluídos na análise, apresentam a crista deltóide bem desenvolvida no úmero (Figura 38).

68. Côndilo distal do úmero: (0) plano; (1) dividido. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Os únicos saurópodos brasileiros estudados, que possuem a porção distal do úmero preservada, são *Gondwanatitan faustoi* e *Maxakalisaurus topai*, e ambos apresentam o côndilo distal do úmero plano (Figura 38).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise apenas *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* apresentam o côndilo distal do úmero dividido (Figura 38).

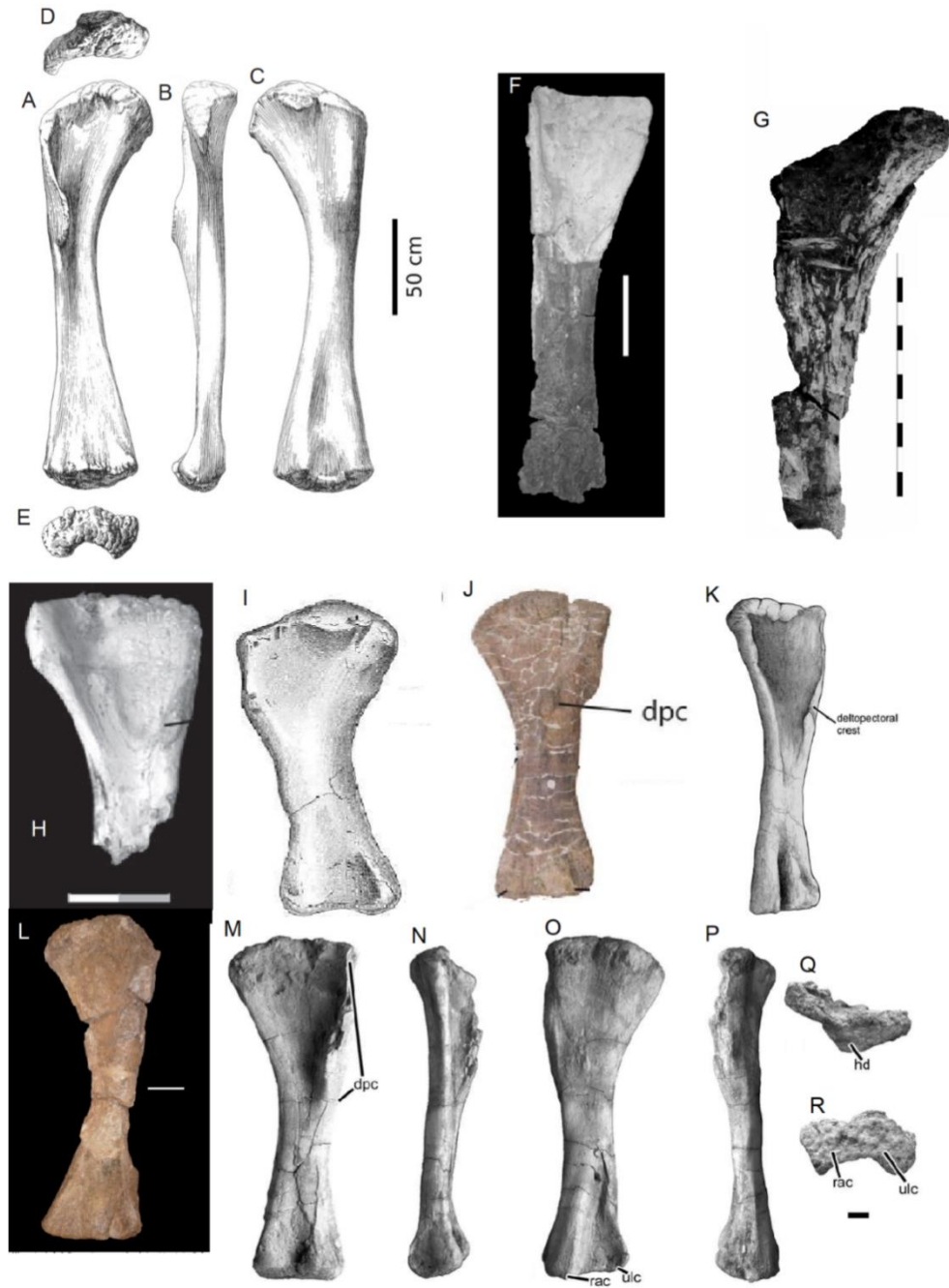


Figura 38 - Úmeros de saurópodos. A-E, vistas anterior, medial, posterior, proximal e distal, *Brachiosaurus brancai*, Taylor (2009); F, vista anterior, escala 200 mm, *Andesaurus delgadoi*, Mannion & Calvo (2011); G, vista anterior, escala 50 cm, *Aeolosaurus maximus*, Santucci & Arruda Campos (2011); H, vista proximal, escala 20 cm, *Uberabatitan ribeiroi*, Salgado & Carvalho (2008); I, vista posterior, *Neuquensaurus australis*, Salgado et al. (2015); J, vista anterior, *Dreadnoughtus schrani*, Lacovara et al. (2014); K, vista anterior, *Nambuenatitan palomoi*, Filippi et al. (2011); L, vista anterior, escala 10 cm, *Panamericansaurus schroederi*, Calvo & Portiri (2010); M-R, vistas anterior, medial, posterior, lateral, proximal e distal, escala 3 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers (2009).

Rádio

69. Côndilo distal do rádio: (0) sub-retangular, plano posteriormente, articulando-se em frente da ulna; (1) arredondado. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Uberabatitan ribeiroi é o único saurópodo brasileiro que apresenta o rádio preservado, possuindo o seu côndilo distal com formato sub-retangular (Figura 39).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise apenas *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* apresentam o côndilo distal do rádio arredondado (Figura 39).

Não foi possível analisar este carácter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai* e *Aeolosaurus rionegrinus*, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2005), de que *B. brancai* apresenta o côndilo distal do rádio sub-retangular, e *A. rionegrinus* como *missing data*.

Cintura pélvica

70. Processo pré-acetabular do ílio: (0) ântero-lateral ao eixo do corpo; (1) perpendicular ao eixo do corpo. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem o ílio preservado, *Gondwanatitan faustoi* e *Trigonosaurus pricei* possuem o processo pré-acetabular fortemente projetado lateralmente (SANTUCCI, 2005). Nos trabalhos de descrição de ambos não foi possível verificar a condição deste carácter. Também não é mencionado pelos autores, portanto foi definido que ambos os morfótipos possuem a condição do processo acetabular do ílio perpendicular ao eixo do corpo, seguindo o que foi proposto por Santucci (2005).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise *Brachiosaurus brancai* apresenta o processo pré-acetabular do ílio ântero-lateral ao eixo do corpo. *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e *Neuquensaurus australis* apresentam o processo pré-acetabular perpendicular ao eixo do corpo.

Em *Rocasaurus muniozi* e *Rinconsaurus caudamirus* não foi possível observar este carácter através de seus trabalhos descritivos, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005) para ambos os morfótipos.

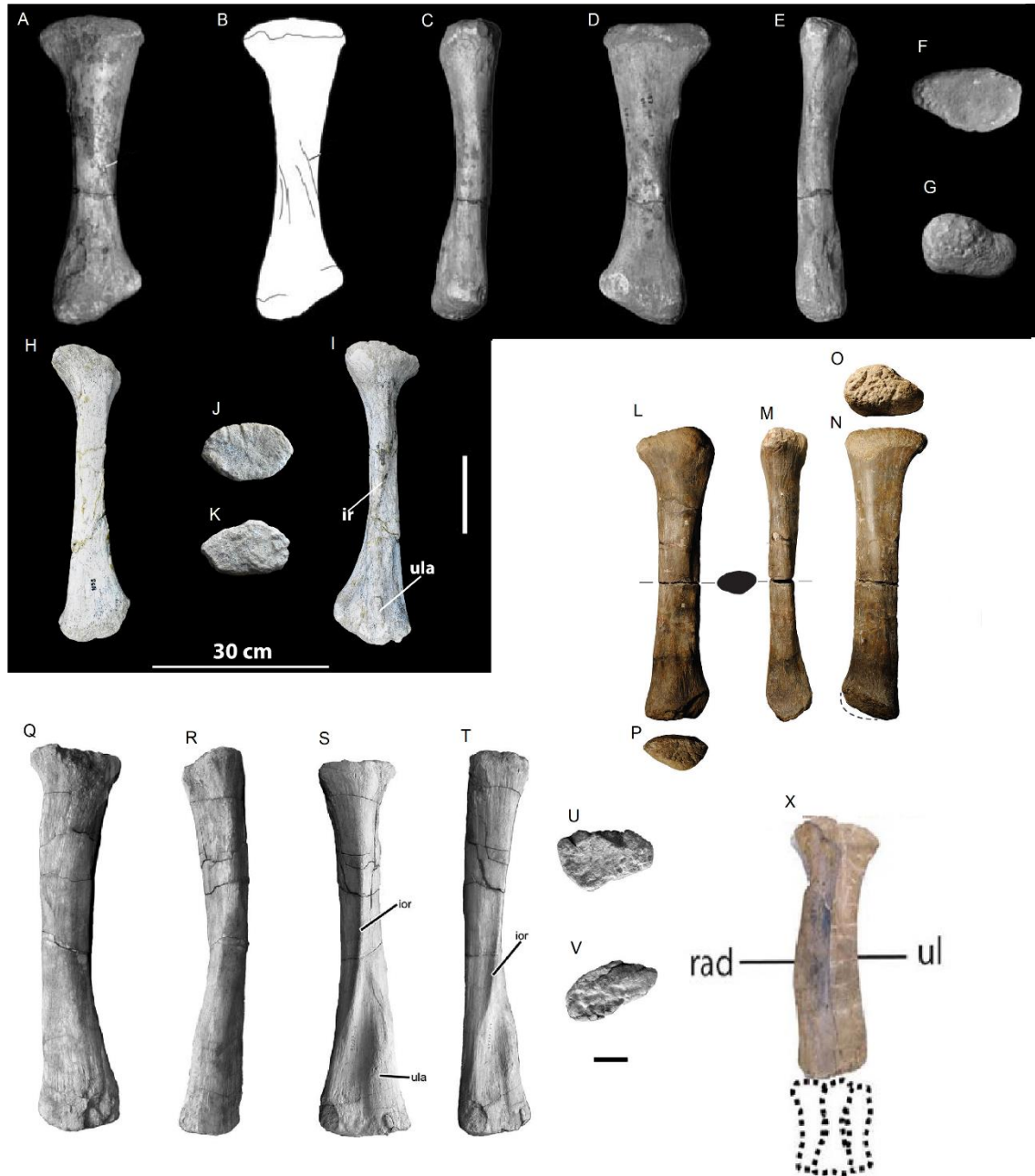


Figura 39 - Rádios de saurópodos. A-G, vista posterior, reconstituições em vistas posterior, lateral, anterior, proximal e distal, *Neuquensaurus australis*, Otero (2010); H-K, vistas anterior, posterior, proximal e distal, *Uberabatitan ribeiroi*, Silva Junior *et al.* (2019); L-P, vistas lateral, anterior, medial, proximal e distal, *Brachiosaurus brancai*, D'Emici & Carrano (2020); Q-V, vistas anterior, medial, posterior, lateral, proximal e distal, escala 3 cm, *Rapetosaurus krausei*; X, rádio articulado com ulna em vista anterior, *Dreadnoughtus schrani*, Lacovara *et al* (2014).

Não foi possível analisar a condição deste carácter através do trabalho de descrição de *Dreadnoughtus schrani*, mas segundo Lacovara *et al.* (2014), o processo pré-acetabular do ílio deste morfótipo é menos direcionado lateralmente do que a maioria dos titanossauros, e não é fortemente direcionado na horizontal. Isto poderia sugerir uma condição intermediária do carácter em questão, porém como não há boas imagens do ílio de *D. schrani*, e por não estar tão bem preservado, este carácter foi classificado como *missing data* para estemorfótipo.

71. Pedicelo púbico do ílio: (0) inclinado em relação ao eixo sacral; (1) perpendicular. Salgado *et al.* (1997).

Dos saurópodos brasileiros estudados, que possuem o ílio preservado, *Gondwanatitan faustoi* apresenta o pedicelo púbico do ílio perpendicular ao eixo do corpo, e em *Trigonosaurus pricei* não foi possível analisar este carácter, sendo interpretado como *missing data*. Em ambos os trabalhos de descrição não é possível analisar a condição deste carácter com clareza, sendo adotadas as definições propostas por Santucci (2005).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, todos apresentam o pedicelo púbico do ílio perpendicular ao eixo do corpo (Figura 40).

72. Processo isquiático: (0) longo e não laminar; (1) longo e laminar; (2) curto e laminar. Salgado *et al.* (1997); Sanz *et al.* (1999).

Gondwanatitan faustoi é definido por Santucci (2005) como tendo o processo isquiático longo e não laminar, mas não cita este detalhe na discussão do carácter.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise *Brachiosaurus brancai*, *Andesaurus delgadoi* e *Dreadnoughtus schrani* apresentam o processo isquiático longo e laminar. *Aeolosaurus rionegrinus* e *Chubutisaurus insignis* apresentam o processo isquiático longo e não laminar. *Rinconsaurus caudamirus*, *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* apresentam o processo isquiático curto e laminar (Figura 40).

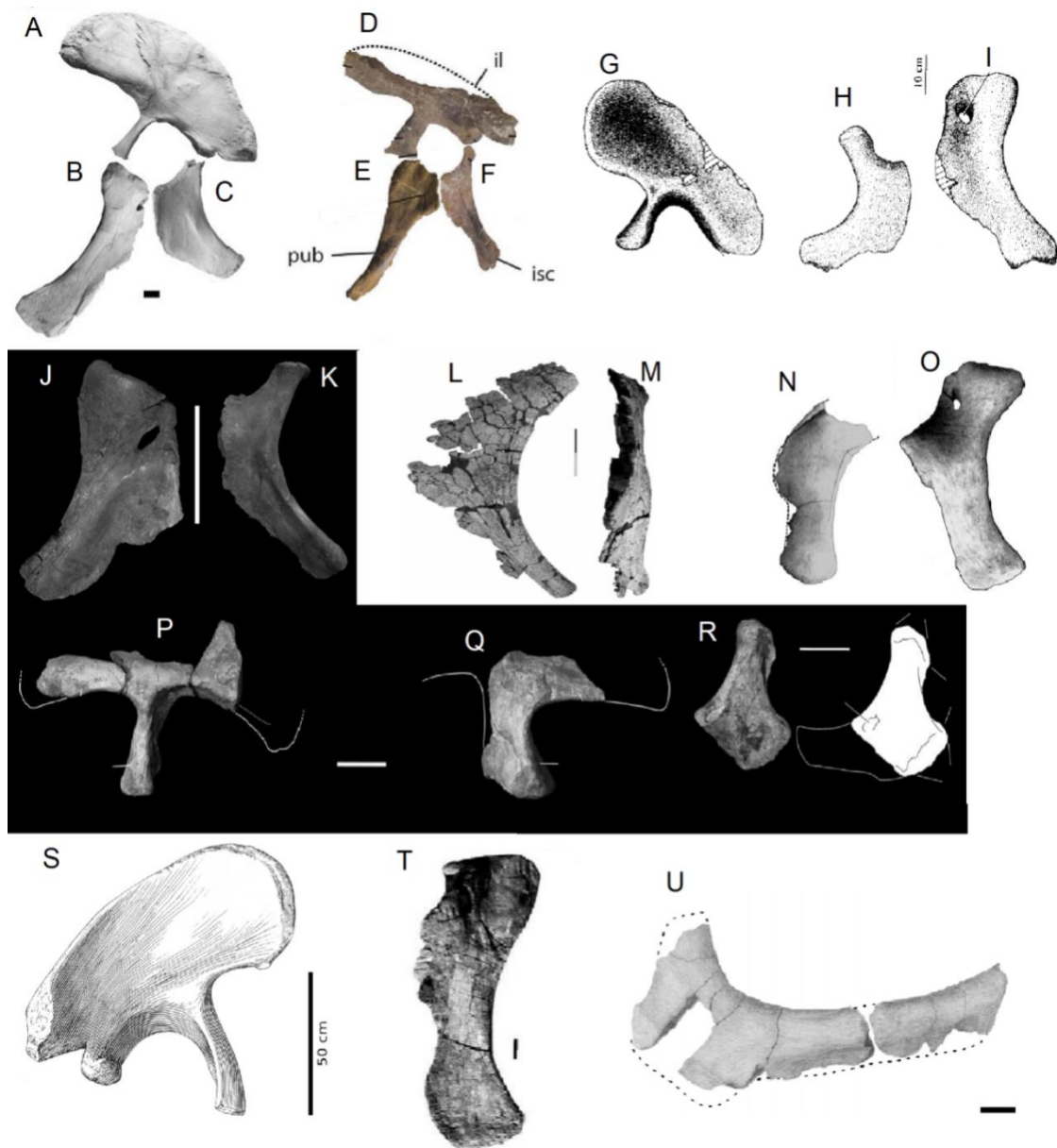


Figura 40 - Cintura pélvica de saurópodos. A-C, ílio, púbis e ísquio em vista lateral, escala 3 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers (2001). D-F, ílio, púbis e ísquio em vista lateral, *Dreadnoughtus schrani*, Lacovara *et al.* (2014); G-I, ílio em vista lateral, ísquio em vista lateral e púbis em vista medial, *Rocasaurus muniozi*, Salgado & Azpilicueta (2000); J-K, púbis e ísquio em vista lateral, escala 400 mm, *Andesaurus delgadoi*, Mannion & Calvo (2011); L-M, ísquio em vistas lateral e ântero-ventral, escala 10 mm, *Aeolosaurus maximus*, Santucci & Arruda Campos (2011); N-O, ísquio e púbis em vista ventral, *Nambuenatitan palomoi*, Filippi *et al.* (2011); P-R, ílio e ísquio em vista lateral, *Neuquensaurus australis*, Otero (2010); S, ílio, *Brachiosaurus brancai*, Taylor (2009); T, púbis em vista dorsal, escala 5 cm, *Rinconsaurus caudamirus*, Calvo & Gonzáles Riga (2003); U, ísquio em vista lateral, escala 10cm, *Chubutisaurus insignis*, Carballido *et al.* (2011).

73. Comprimento do púbis: (0) menor ou igual ao ísquio; (1) consideravelmente maior que o ísquio. Salgado *et al.* (1997).

Entre os saurópodos brasileiros estudados apenas foi possível analisar este carácter em *Uberabatitan riberoi*, que apresenta púbis consideravelmente maior que ísquio. Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem púbis preservado, apenas *Brachiosaurus brancai* apresenta o púbis ligeiramente menor que o ísquio (Figura 40).

Tíbia

74. Porção distal da tíbia: (0) aproximadamente 125 % da porção média da diáfise; (1) mais de duas vezes a porção média da diáfise. Wilson & Sereno (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros apenas *Gondwanatitan faustoi* e *Uberabatitan riberoi* possuem as tíbias preservadas.

A condição deste carácter não foi possível ser observada no trabalho de descrição de *Gondwanatitan faustoi*. Santucci (2005) definiu em seu trabalho que este morfótipo possui epífise distal da tíbia duas vezes mais larga que a porção média da diáfise, condição que também foi assumida para este Mestrado.

Em *Uberabatitan riberoi* não foi possível medir a porção distal da tíbia, porém aparentemente chega a ser mais de duas vezes a porção média da diáfise.

Todos os morfótipos estrangeiros, incluídos na análise, apresentam a porção distal da tíbia duas vezes mais larga que a porção média da diáfise.

Nas literaturas consultadas, referentes a *Chubutisaurus insignis*, não foi possível definir o estado deste carácter, sendo utilizada a definição proposta por Santucci (2005), de que a porção distal da tíbia é aproximadamente 125 % da porção média da diáfise.

Não foi possível analisar este carácter através dos trabalhos consultados sobre *Dreadnoughtus schrani*, sendo classificado como *missing data*.

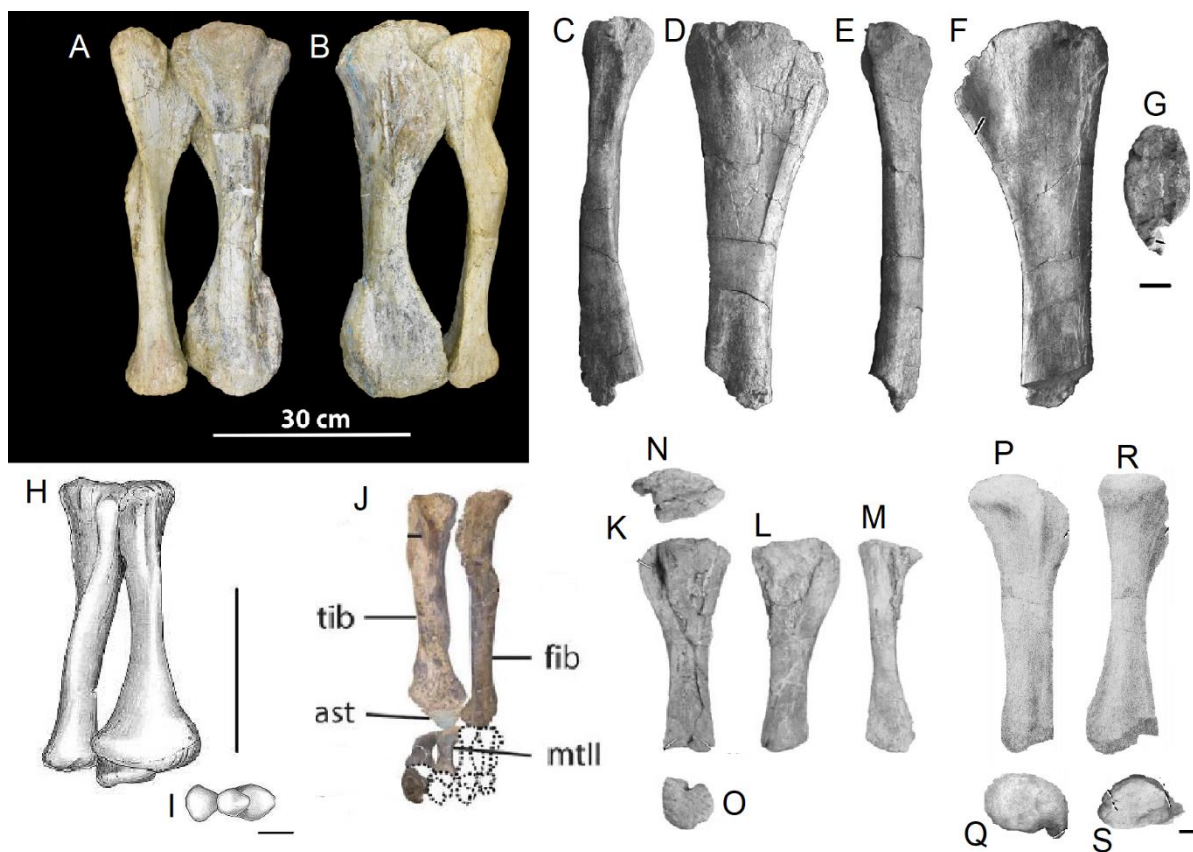


Figura 41 -Tíbias de saurópodos. A-B, tibia articulada com fibula em vistas posterior e anterior, *Uberabatitan ribeiroi*, Silva Junior *et al.* (2019); C-G, vistas anterior, medial, posterior, lateral e proximal, escala 3 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers (2009); H-I, tibia, fíbula e astrágalo articulados em vistas posterior e distal, escala 10 cm, *Neuquensaurus australis*, Salgado *et al.* (2005); J, tibia, fíbula e metatarso articulados em vista anterior, *Dreadnoughtus schrani*, Lacovara *et al.* (2014); K-O, vistas lateral, medial, anterior, proximal e distal, *Bonatitan reigi*, Salgado *et al.* (2015); P-S, vistas lateral, posterior, proximal e distal, escala 10 cm, *Chubutisaurus insignis*, Carballido *et al.* (2011).

75. Epífise distal da tibia: (0) expandida mais transversalmente que ântero-posteriormente; (1) com o comprimento ântero-posterior equivalente ou maior à largura transversal. Salgado *et al.* (1997).

Dos saurópodos brasileiros, apenas *Gondwanatitan faustoi* e *Uberabatitan ribeiroi* possuem as tíbias preservadas.

Gondwanatitan faustoi apresenta a epífise distal da tibia mais expandida transversalmente do que ântero-posteriormente, e *Uberabatitan ribeiroi* aparentemente possui o comprimento da epífise distal da tibia maior ântero-posteriormente que transversalmente (Figura 41).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, apenas *Brachiosaurus brancai* apresenta a epífise distal da tíbia com o comprimento ântero-posterior equivalente ou maior à largura transversal (Figura 41).

Nas literaturas consultadas, referentes a *Chubutisaurus insignis*, não foi possível definir o estado deste caracter, sendo utilizada a definição proposta por Santucci (2005), de que a epífise distal da tíbia é expandida mais transversalmente que ântero-posteriormente.

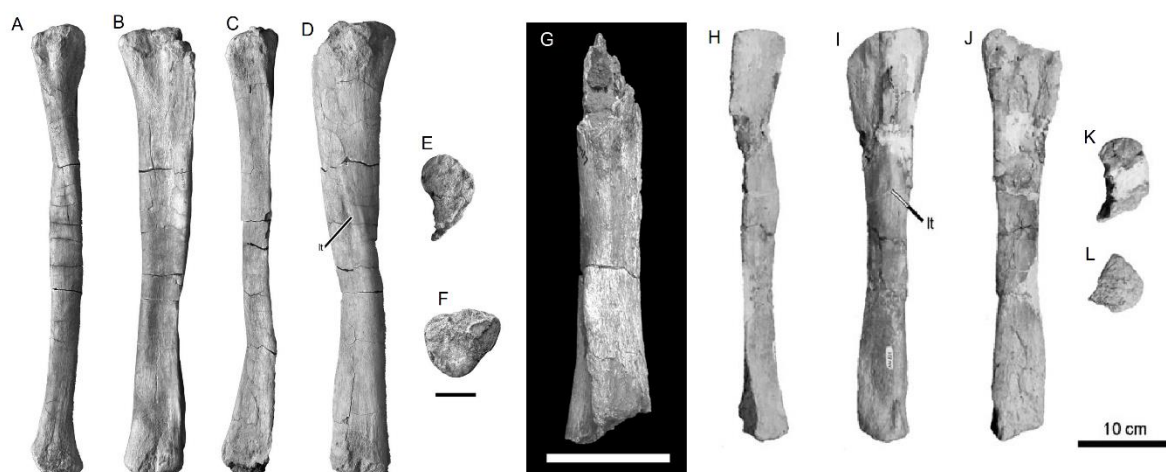


Figura 42 - Fíbulas de saurópodos. A-F, vistas anterior, medial, posterior, lateral, proximal e distal, escala 3 cm, *Rapetosaurus krausei*, Curry-Rogers (2009); G, vista anterior, escala 100 mm, *Maxakalisaurus topai*, Kellner et al. (2006); H-I, vistas anterior, lateral, medial, proximal e distal, *Bonatitan reigi*, Salgado et al. (2015).

Fíbula

76. Tuberosidade lateral da fíbula: (0) ausente; (1) presente. Wilson & Sereno (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Dos saurópodos brasileiros estudados, apenas *Uberabatitan ribeiroi* e *Maxakalisaurus topai* possuem fíbulas preservadas, porém o caracter em questão apenas pode ser observado com clareza em *U. ribeiroi*, apresentando a condição tuberosidade presente na lateral da fíbula (figuras 41 e 42).

Não foi possível analisar este caracter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai*, sendo adotada a definição proposta por Santucci (2005), de que este morfótipo apresenta tuberosidade lateral da fíbula.

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, que possuem fíbula preservada, todos apresentam tuberosidade lateral na fíbula (figuras 41 e 42).

Metacarpais

77. Comprimento relativo dos metacarpais: (0) menos que 40 % do comprimento do rádio; (1) mais que 40 % do comprimento do rádio. Salgado *et al.* (1997).

Para a análise deste caracter é preciso que o espécimen tenha preservado metacarpo e rádio, para que seja possível a comparação entre eles. Entre os saurópodos brasileiros estudados apenas *Uberabatitan riberoi* possui os dois elementos ósseos preservados, sendo o metacarpo 62 % do comprimento do rádio.

Não foi possível medir esta relação em *Aeolosaurus rionegrinus*, *Neuquensaurus australis* e *Saltasaurus loricatus*, portanto o caracter para estes morfótipos foi classificado como *missing data*.

Não foi possível analisar a condição deste caracter na literatura consultada para *Chubutisaurus insignis*, sendo assim foi utilizada a definição proposta por Santucci (2005), de que os metacarpais deste morfótipo são mais longos que 40 % do comprimento do rádio.

Astrágalo

78. Astrágalo: (0) retangular; (1) em forma de cunha, com borda ântero-medial reduzida. Wilson (1998); Curry-Rogers & Foster (2001).

Entre os saurópodos brasileiros estudados, apenas *Uberabatitan ribeiroi* possui astrágalo preservado, este apresentando forma de cunha (Figura 44).

Entre os demais saurópodos incluídos na análise, *Brachiosaurus brancai*, *Neuquensaurus australis*, *Aeolosaurus rionegrinus* e *Bonatitan reigi* apresentam o astrágalo em forma de cunha (Figura 44).

Não foi possível analisar este caracter através das imagens disponíveis nos trabalhos referentes a *Brachiosaurus brancai*, sendo adotada a definição proposta

por Santucci (2005), de que este morfótipo apresenta o astrágalo em formato de cunha.

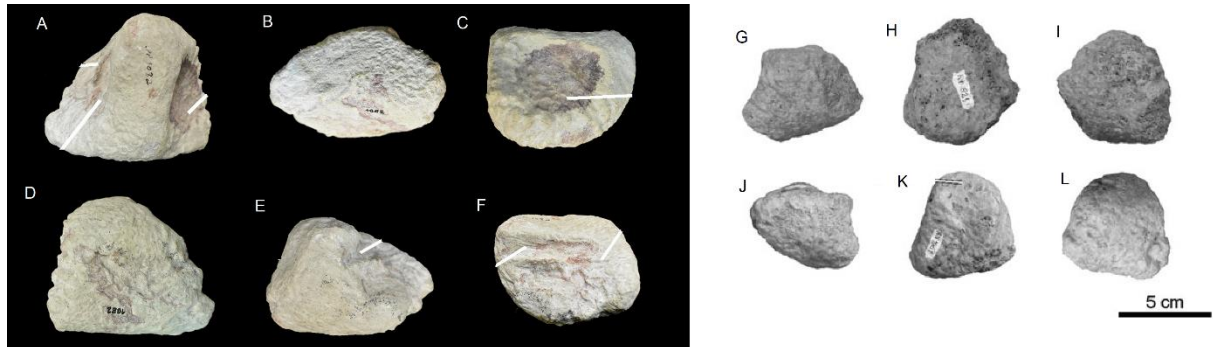


Figura 43 - Astrágalos de saurópodos. A-F, vistas proximal, anterior, lateral, distal, posterior e medial, *Uberabatitan ribeiroi*, Silva Junior *et al.* (2019); G-L, astrágalo direito em vistas anterior dorsal e ventral, astrágalo esquerdo em vistas anterior, dorsal e ventral, *Bonatitanreigi*, Salgado *et al.* (2015).

7. ANÁLISES FILOGENÉTICAS

7.1 Análises filogenéticas prévias

Para as análises filogenéticas prévias, além das espécies provenientes das formações Adamantina, Uberaba e Marília, também foram incluídos morfótipos não brasileiros (Figura 28), cujas relações filogenéticas são bastante exploradas na literatura. *Brachiosaurus brancai* foi utilizado como grupo externo, por ser o titanossauriforme mais basal (SALGADO *et al.*, 1997; CURRY-ROGERS & FOSTER, 2001; WILSON, 2002; SANTUCCI, 2002).

Espécies	Idade geológica	Localidade
<i>Brachiosaurus brancai</i>	Jurássico Superior	Tanzânia, Leste da África
<i>Andesaurus delgadoi</i>	Albiano-Cenomaniano	Província de Neuquén, Argentina
<i>Aeolosaurus rionegrinus</i>	Cretáceo Superior	Província de Río Negro, Argentina
<i>Gondwanatitan faustoi</i>	Cretáceo Superior	Sítio Myzobuchi (Álvares Machado - SP)
<i>Trigonosaurus pricei</i>	Maastrichtiano	Caieira, Peirópolis-MG
<i>Adamantisaurus mezzalirai</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Próximo a Cidade de Flórida Paulista-SP
<i>Aeolosaurus maximus</i>	Campaniano-Maastrichtiano	12 km da Cidade de Monte Alto-SP
<i>Uberabatitan riberoi</i>	Maastrichtiano	Uberaba - MG
<i>Baurutitan britoi</i>	Maastrichtiano	Caieira, Peirópolis-MG
<i>Austroposeidon magnificus</i>	Cretáceo Superior	Presidente Prudente
<i>Maxakalisaurus topai</i>	Cretáceo Superior	Serra da Boa Vista (4 km de Prata-MG)
<i>Brasilotitan nemophagus</i>	Campaniano-Maastrichtiano	Presidente Prudente
<i>Saltasaurus loricatus</i>	Cretáceo Superior	Província de Salta, Argentina

Figura 44 - Morfótipos incluídos na análise prévia.

Foram feitas 4 análises prévias, todas elas iniciadas com o método de busca *New Technology Search*, seguida de uma segunda busca utilizando o método *Tradicional Search*. Na primeira análise, com todos os táxons e caracteres, foram obtidas 62 árvores com 84 passos, porém a árvore de consenso estrito desta primeira análise fornece pouca informação (Figura 45). Através do comando PCR, o qual indica os táxons que estão oscilando nas topologias, e gerando politomias no consenso foi sugerido, pelo programa, a exclusão dos táxons *Austroposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus* e *Maxakalisaurus topai*. Para esta análise os índices de Consistência e Retenção foram de 0.81 e 0.64 respectivamente.

A segunda análise foi realizada com 80 caracteres, porém retirando primeiramente os táxons *Austroposeidon magnificus* e *Brasilotitan nemophagus*, pois

estes foram os morfótipos que mais oscilaram nas 62 árvores. Também são aqueles que mais apresentam *missing data*, apresentando 95 % e 91% de *missing data* respectivamente. Nesta análise foram obtidas duas árvores com 82 passos (Figura 46). A árvore de consenso estrito desta análise ainda apresenta politomia, porém em um nó menos abrangente (Figura 47). Utilizando o comando PCR, o programa ainda sugeriu a exclusão de *Makalisaurus topai* da matriz de dados. Para esta análise os índices de Consistência e Retenção foram 0.83 e 0.69 respectivamente.

A terceira análise prévia foi realizada com 80 caracteres, desta vez retirando os táxons *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus* e *Maxakalisaurus topai*. Foi obtida apenas uma árvore com 78 passos (Figura 48). Para esta análise os índices de Consistência e Retenção foram de 0.87 e 0.77 respectivamente.

A quarta análise prévia foi realizada sem os táxons *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus* e *Maxakalisaurus topai*, desta vez retirando os caracteres de 1 a 7 da matriz de dados. Estes caracteres são referentes a dentário e vértebras cervicais, e entre os saurópodos brasileiros somente *B. nemophagus* e *M. topai* não apresentam *missing data* nestes caracteres. Porém o resultado foi o mesmo que o obtido com todos os caracteres e sem os três táxons.

Em nenhuma das análises os caracteres foram ordenados.

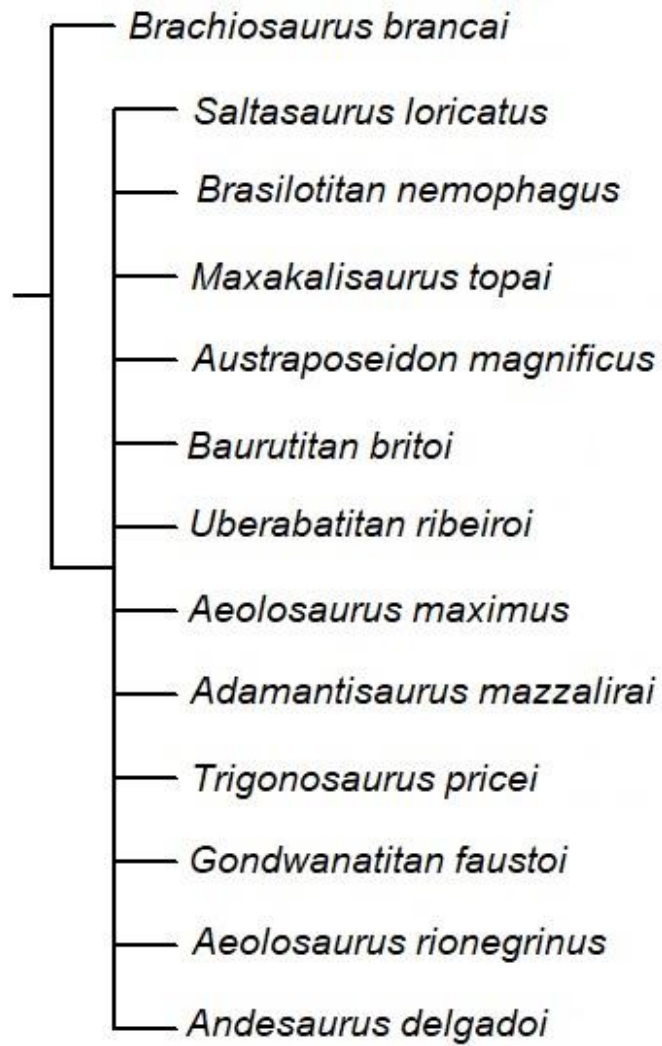


Figura 45 - Consenso estrito das 62 árvores mais parcimoniosas com 84 passos, para os 13 táxons e 80 caracteres.

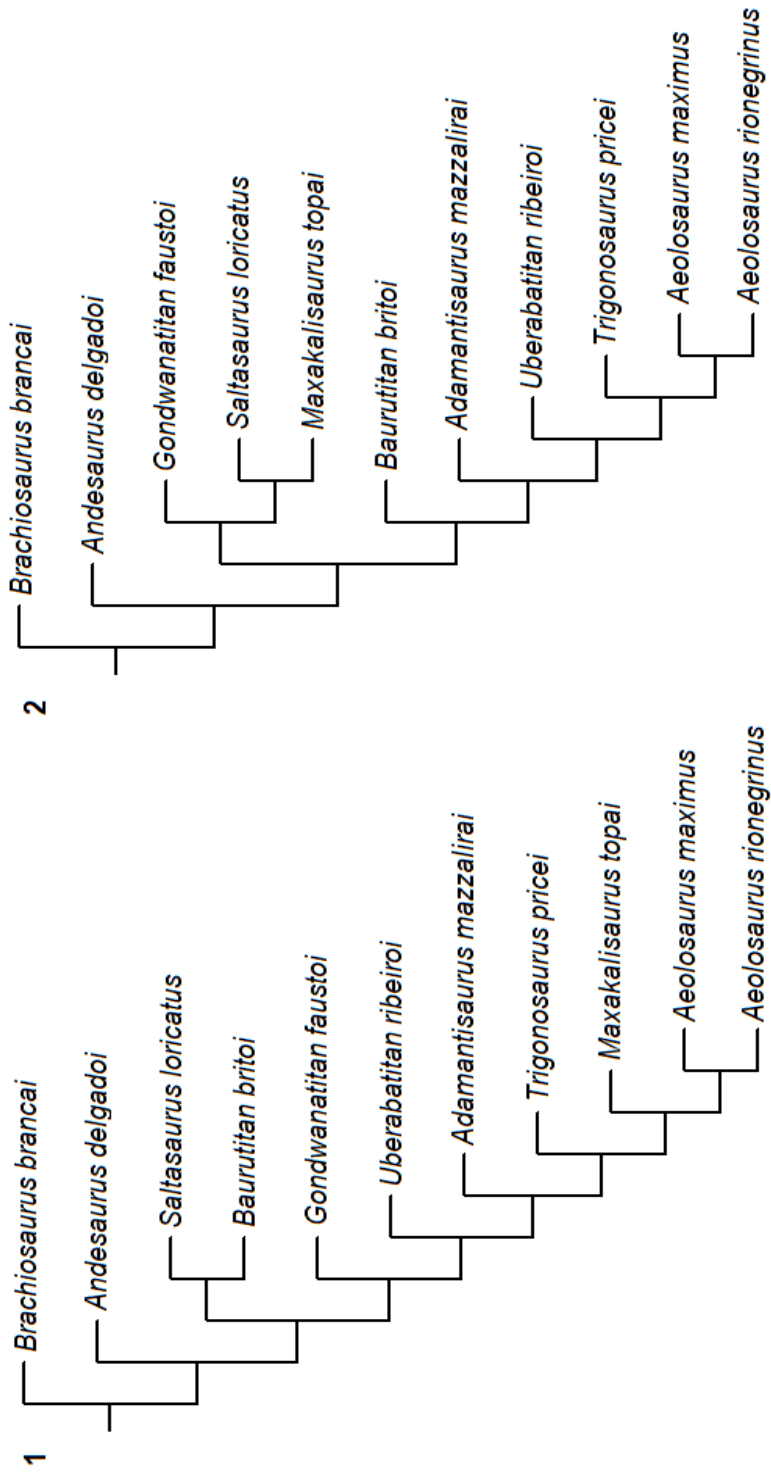


Figura 46 - As duas árvores mais parcimoniosas, com 82 passos, para 11 táxons e 80 caracteres

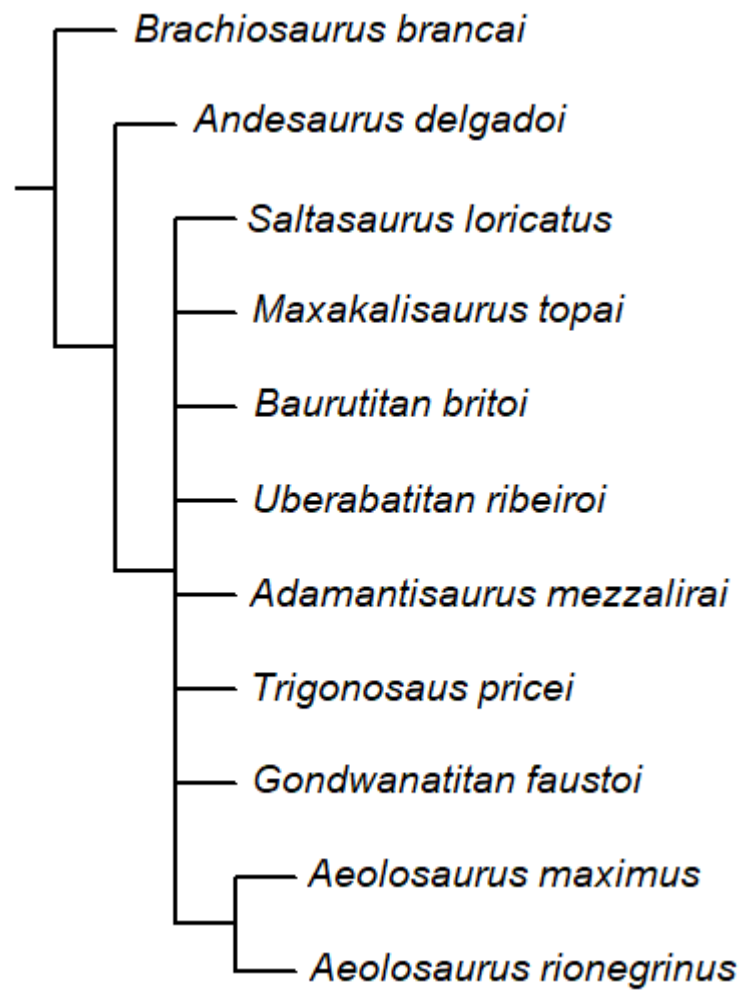


Figura 47 - Consenso estrito das duas árvores mais parcimoniosas com 82 passos, para 11 táxons e 80 caracteres.

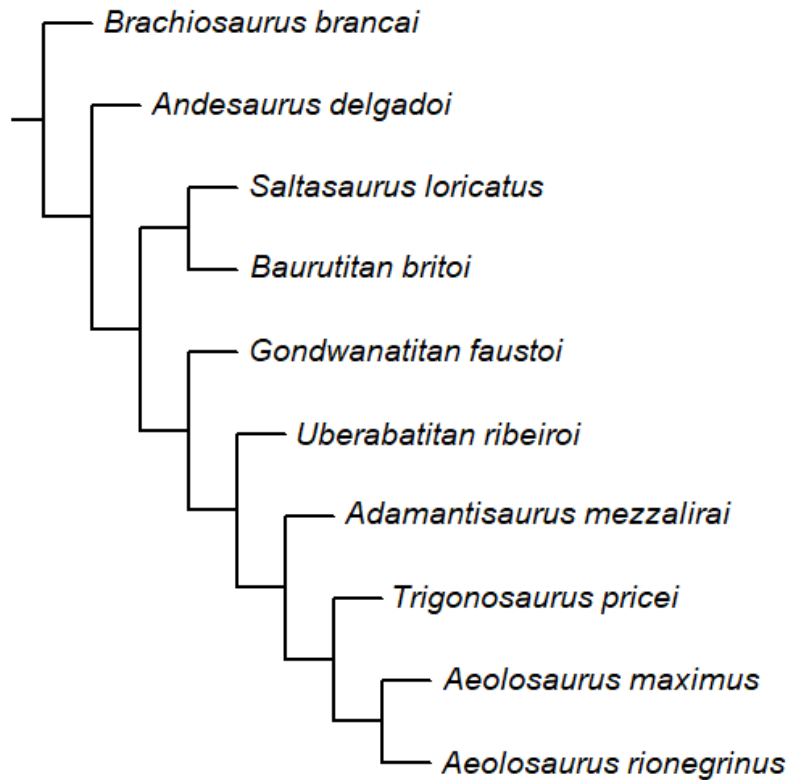


Figura 48 - Árvore mais parcimoniosa com 78 passos, para 10 táxons e 80 caracteres.

7.2 Análises finais

As análises finais seguiram a mesma metodologia empregada nas prévias, iniciando as buscas das árvores com o método *New Technology Search*, e em seguida uma segunda busca utilizando o método *Tradicional Search*, sem ordenação dos caracteres. Duas análises foram efetuadas. Para estas análises foram incluídos mais 11 táxons, somando o total de 24 táxons e 78 caracteres (Figura 48).

7.2.1 Análise 1

A primeira análise foi efetuada com os 24 taxóns e 78 caracteres, resultando em 100 árvores com 127 passos, com índices de Consistência 0.583 e de Retenção 0.613. Uma grande politomia é observada no clado correspondente a Titanosauria (Figura 49). Utilizando o comando PCR, o programa sugeriu que fossem retirados os

morfótipos *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus* e *Rincosaurus caudamirus*.

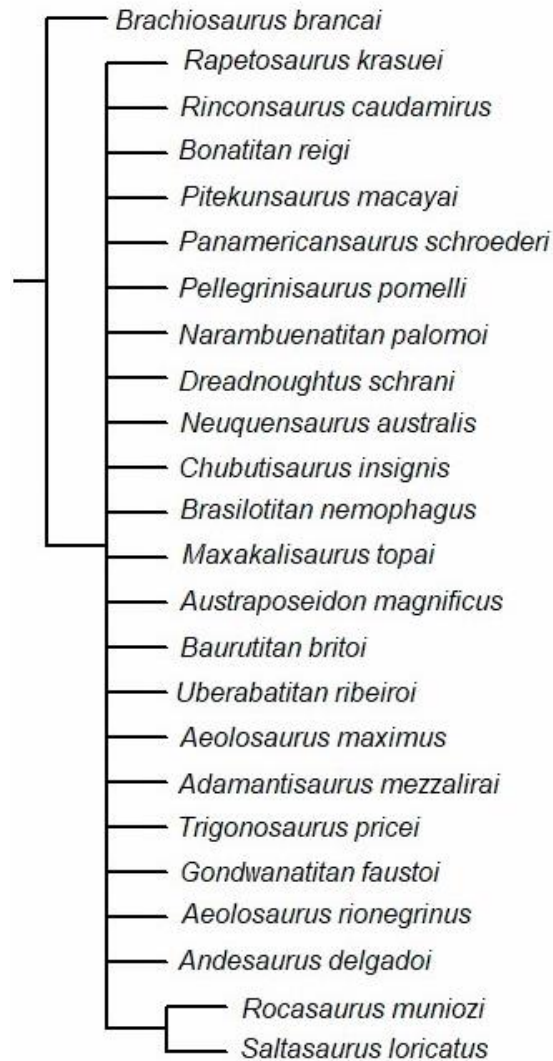


Figura 49 - Consenso estrito de 100 árvores com 127 passos, 27 táxons e 78 caracteres.

Uma segunda análise foi feita, retirando apenas *Austraposeidon magnificus* e *Brasilotitan nemophagus*, resultando em 100 árvores de 125 passos, com índices de Consistência 0.583 e de Retenção de 0.613. Houve uma politomia no clado equivalente a Titanosauridae (Figura 50). Utilizando o comando PCR, o programa sugeriu que fosse retirado o morfótipo *Rincosaurus caudamirus*.

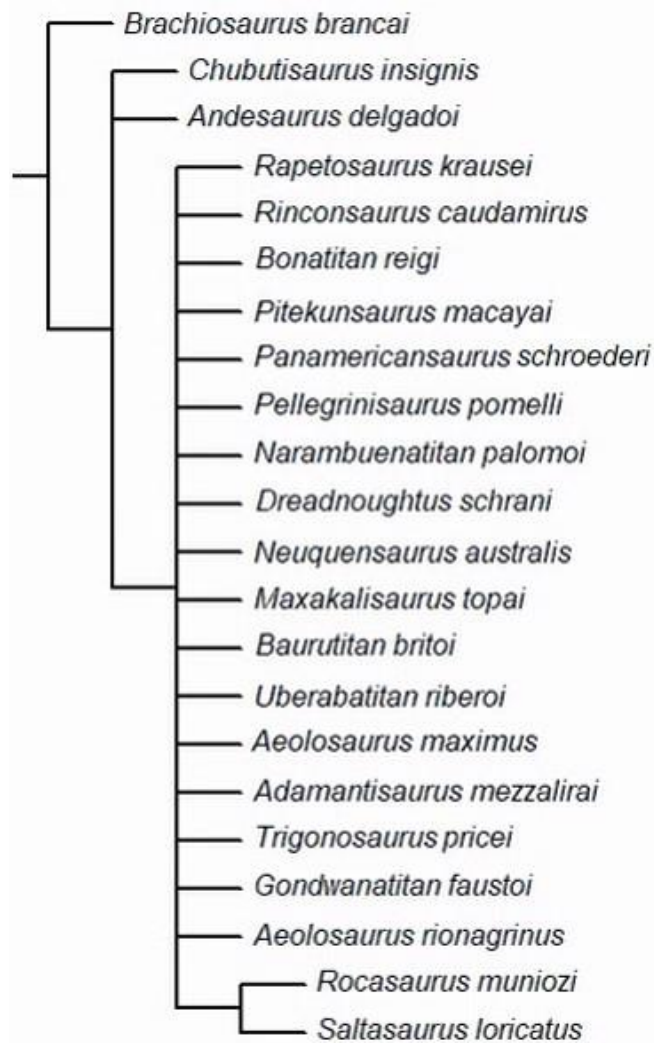


Figura 50 - Consenso estrito de 100 árvores e 125 passos, sem *Austraposeidon magnificus* e *Brasilotitan nemophagus*.

Na terceira análise foram retirados *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus* e *Rinconsaurus caudamirus*, resultando em 96 árvores de 119 passos, com índices de Consistência de 0.622 e de Retenção 0.672. Houve uma politomia ao clado correspondente a Aeolosaurini (Figura 51). Utilizando o comando PCR foi sugerida a retirada de *Pitekunsaurus macayai* e *Panamericansaurus schroederi*.

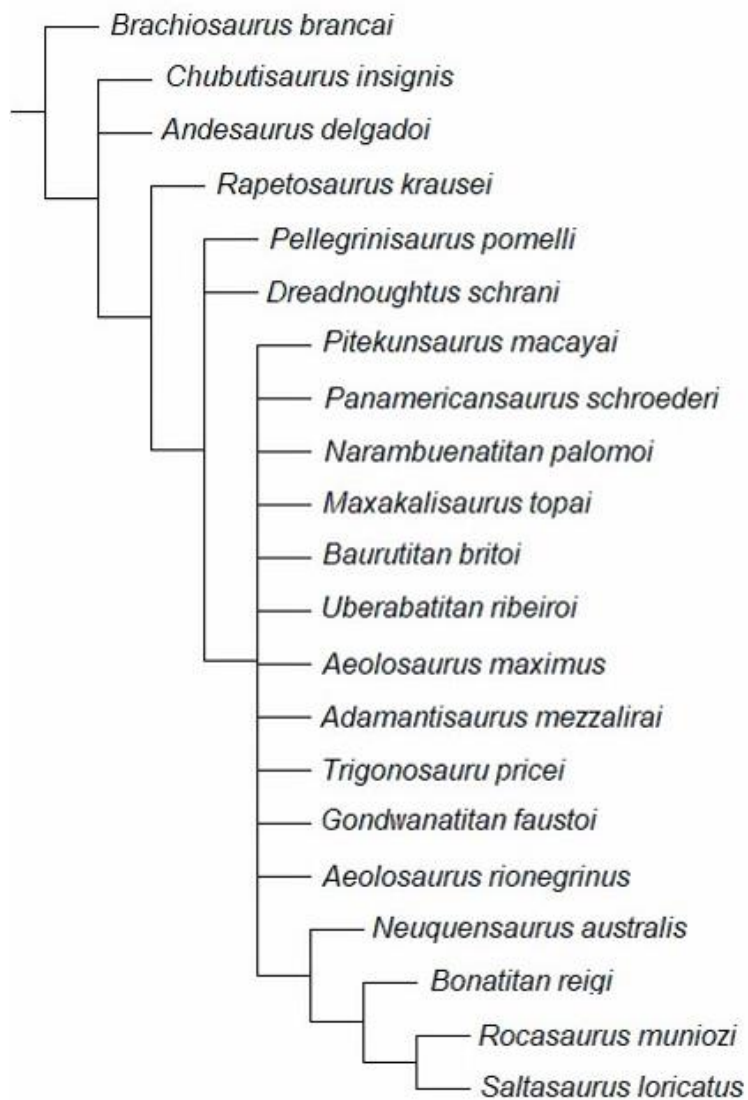


Figura 51 - Consenso estrito de 96 árvores e 119 passos, sem *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus* e *Rinconsaurus caudamirus*.

Uma última análise foi feita retirando *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus*, *Rinconsaurus caudamirus*, *Pitekunsaurus macayai* e *Panamericansaurus schroederi*, gerando 9 árvores com 114 passos, com índices de Consistência de 0.645 e de Retenção 0.708. Nenhuma politomia foi observada (Figura 52).

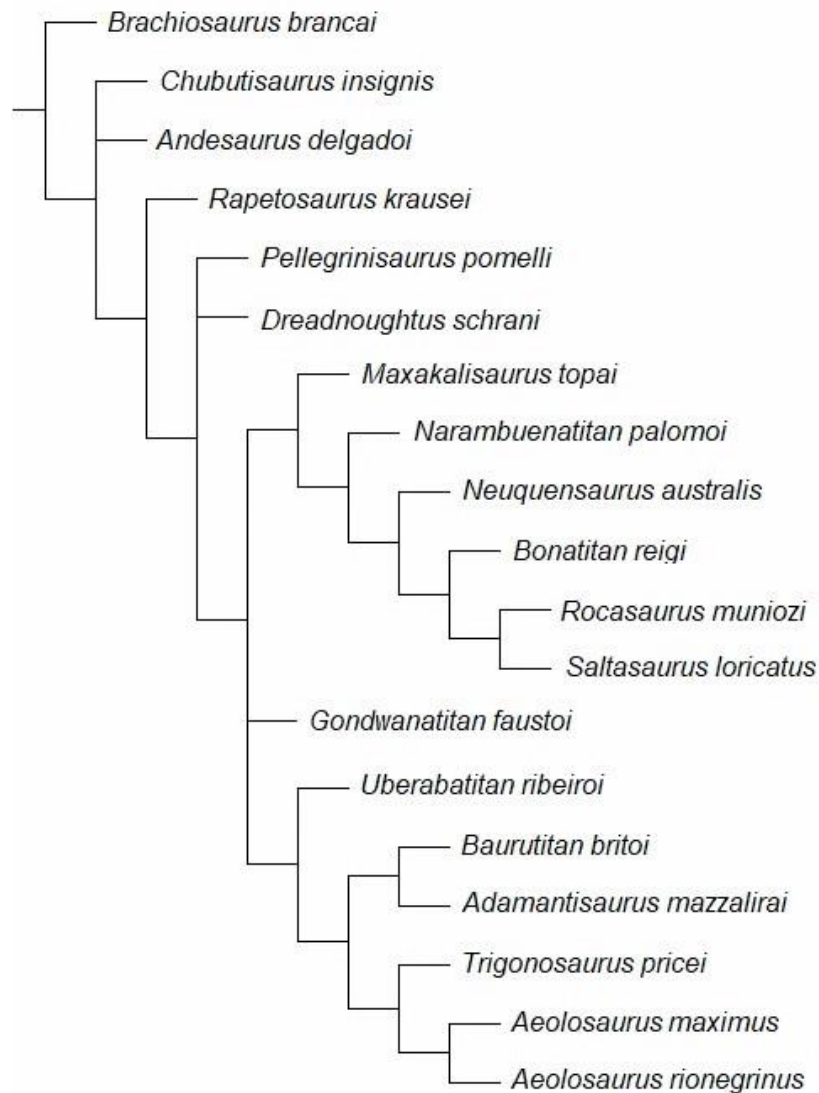


Figura 52 - Consenso estrito de 9 árvores e 114 passos, sem *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus*, *Rinconsaurus caudamirus*, *Pitenkunsaurus macayai* e *Panamericanus schroederi*.

Analizando as sinapomorfias que suportam os clados, na árvore de consenso estrito na quarta análise (Figura 52), foram observados que os caracteres 6, 40, 42, 46, 53 e 54 são ambíguos, sendo sinapomorfias que estão presentes e definem mais de um clado. Outra questão é a posição de *Gondwanatitan faustoi* no cladograma, estando distante dos *Aeolosaurus*, o que também foi observado no cladograma gerado na análise prévia (Figura 48). Comumente em cladogramas de estudos prévios, incluindo *Gondwanatitan faustoi*, a espécie está associada ao Gênero *Aeolosaurus* (SANTUCCI 2002, 2005; FRANCO-ROSAS *et al.* 2004; GALLINA &

APESTEGUIA, 2011; TYKOSKI & FIORILLO, 2017; SALGADO *et al.*, 2015; FILLIPI *et al.*, 2021; BANDEIRA *et al.*, 2016).

Reavaliando as informações de *Gondwanatitan faustoi* na matriz de dados foi observado que, entre os caracteres que foram definidos com base no descrito na literatura, devido a impossibilidade de se analisar o material em sua coleção, há o caracter 42 [vértebras caudais anteriores ou médias com articulações para hemapófises muito desenvolvidas na face posterior: (0) ausente; (1) presente; (2) presente também na margem anterior], que foi definido como ausente, seguindo os trabalhos de Santucci (2002; 2005). Porém Kellner & Azevedo (1999) citam que existem articulações para hemapófises em suas vértebras caudais, mas de forma incipiente.

Uma segunda análise foi efetuada com todos os táxons, considerando o caracter 42 presente para *Gondwanatitan faustoi*. Os resultados são relatados a seguir.

7.2.2 Análise 2

A primeira análise foi efetuada com 24 taxóns e 78 caracteres, resultando em 100 árvores com 126 passos, com índices de Consistência 0.618 e de Retenção 0.587. Uma grande politomia é observada no clado correspondente a Titanosauria (Figura 53). Utilizando o comando PCR, o programa sugeriu que fossem retirados os morfótipos *Austraposeidon magnificus* e *Brasilotitan nemophagus*.

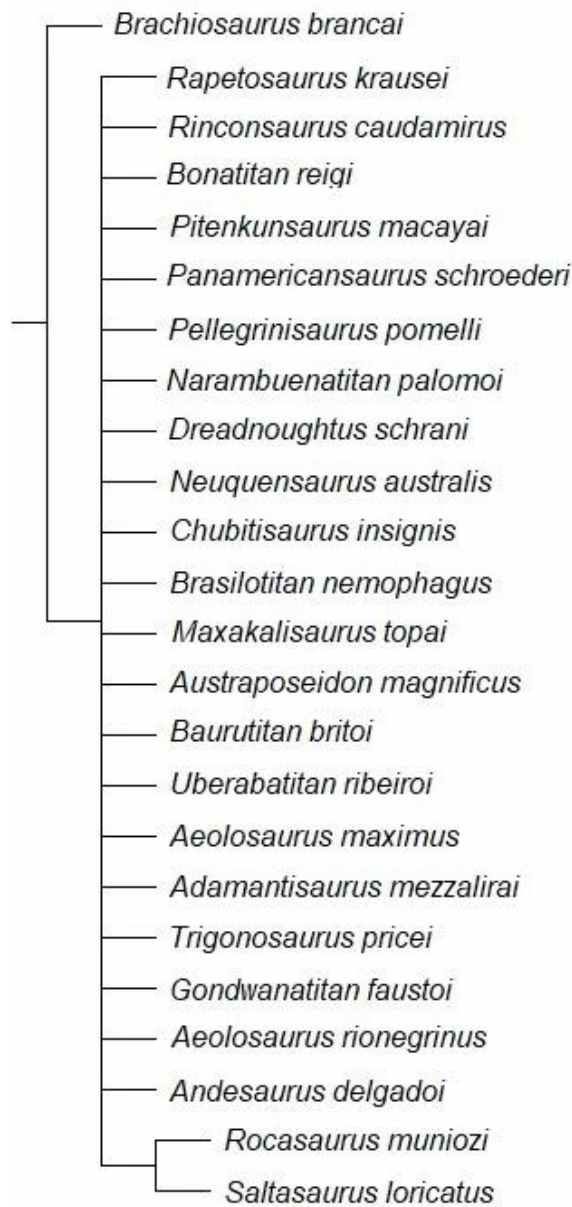


Figura 53 - Consenso estrito de 100 árvores com 126 passos, 27 táxons e 78 caracteres.

Uma segunda análise foi feita retirando apenas *Austraposeidon magnificus* e *Brasilotitan nemophagus*, resultando em 76 árvores de 124 passos, com índices de Consistência 0.557 e de Retenção de 0.632. Houve uma politomia no clado equivalente a Titanosauridae (Figura 54). Utilizando o comando PCR, o programa sugeriu que fosse retirado o morfótipo *Dreadnoughtus schrani*.

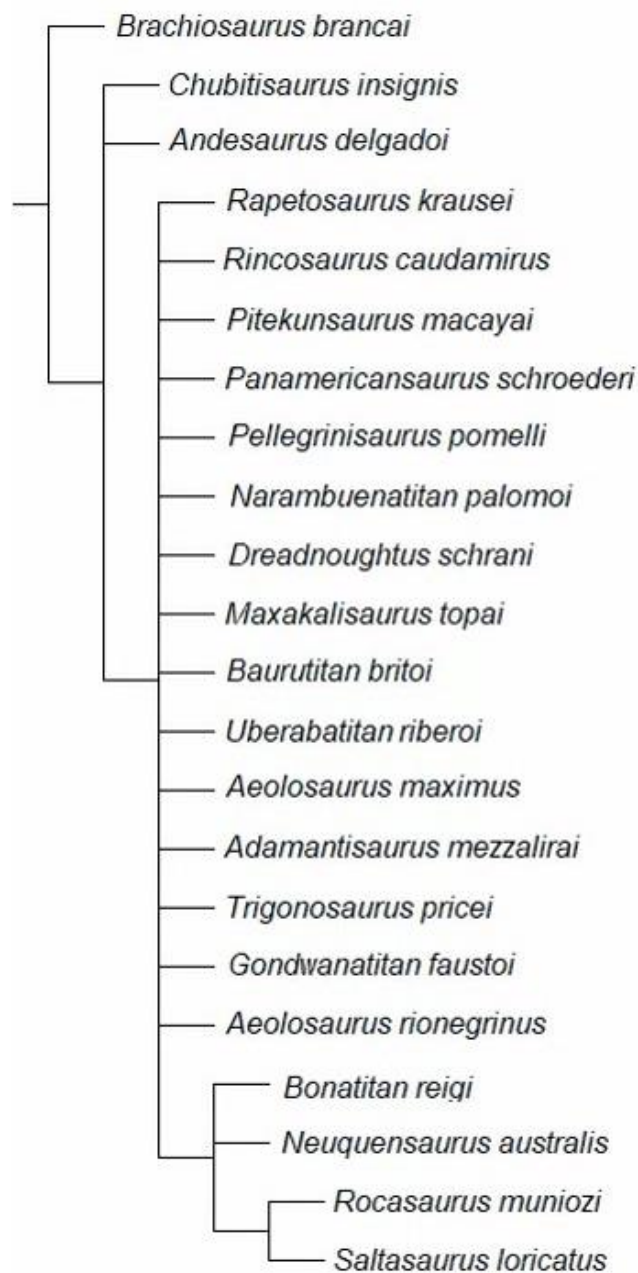


Figura 54 - Consenso estrito de 76 árvores com 124 passos, sem *Austraposeidon magnificus* e *Brasilotitan nemophagus*.

Uma terceira análise foi realizada, retirando apenas *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus* e *Dreadnoughtus schrani*, resultando em 99 árvores de 119 passos, com índices de Consistência 0.669 e de Retenção 0.622. Houve novamente uma politomia no clado equivalente a Titanosauria (Figura 55). Utilizando o comando PCR, o programa sugeriu que fosse retirado o morfótipo *Adamantisaurus mezzalirai*.

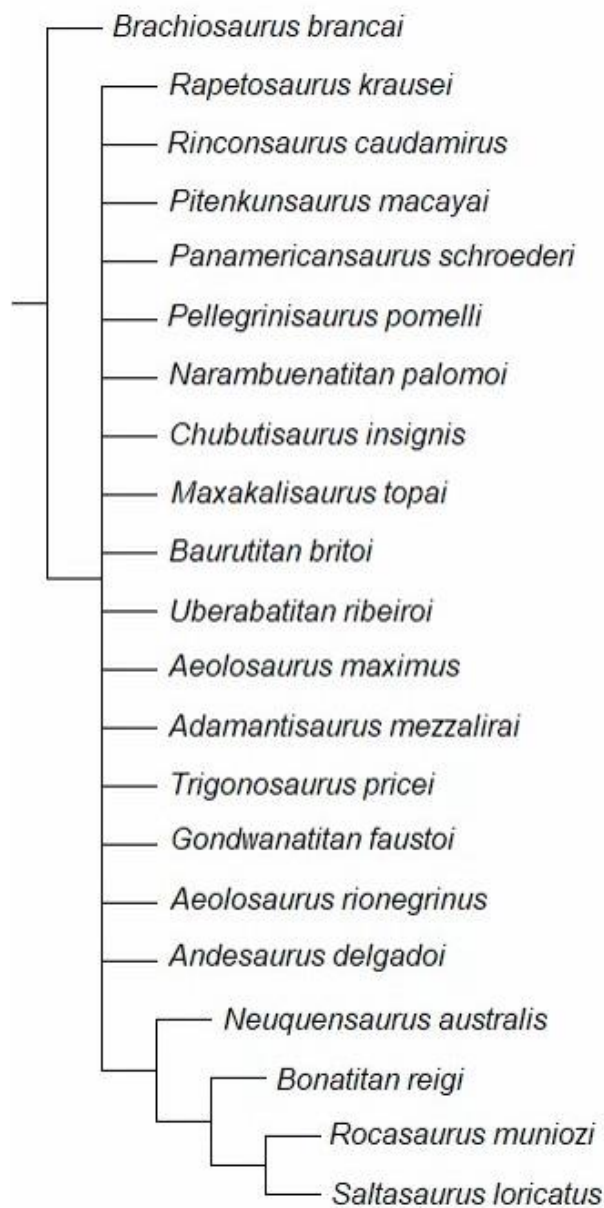


Figura 55 - Consenso estrito de 99 árvores com 119 passos, sem *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus* e *Dreadnoughtus schrani*.

Uma última análise foi feita, retirando apenas *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus*, *Dreadnoughtus schrani* e *Adamantisaurus mezzalirai*, resultando em 9 árvores de 116 passos, com índices de Consistência 0.638 e de Retenção 0.691. Foi gerada apenas uma politomia entre *Aeolosaurus rionegrinus*, *A. maximus*, *Trigonosaurus pricei* e *Panamericansaurus schroederi* (Figura 56).

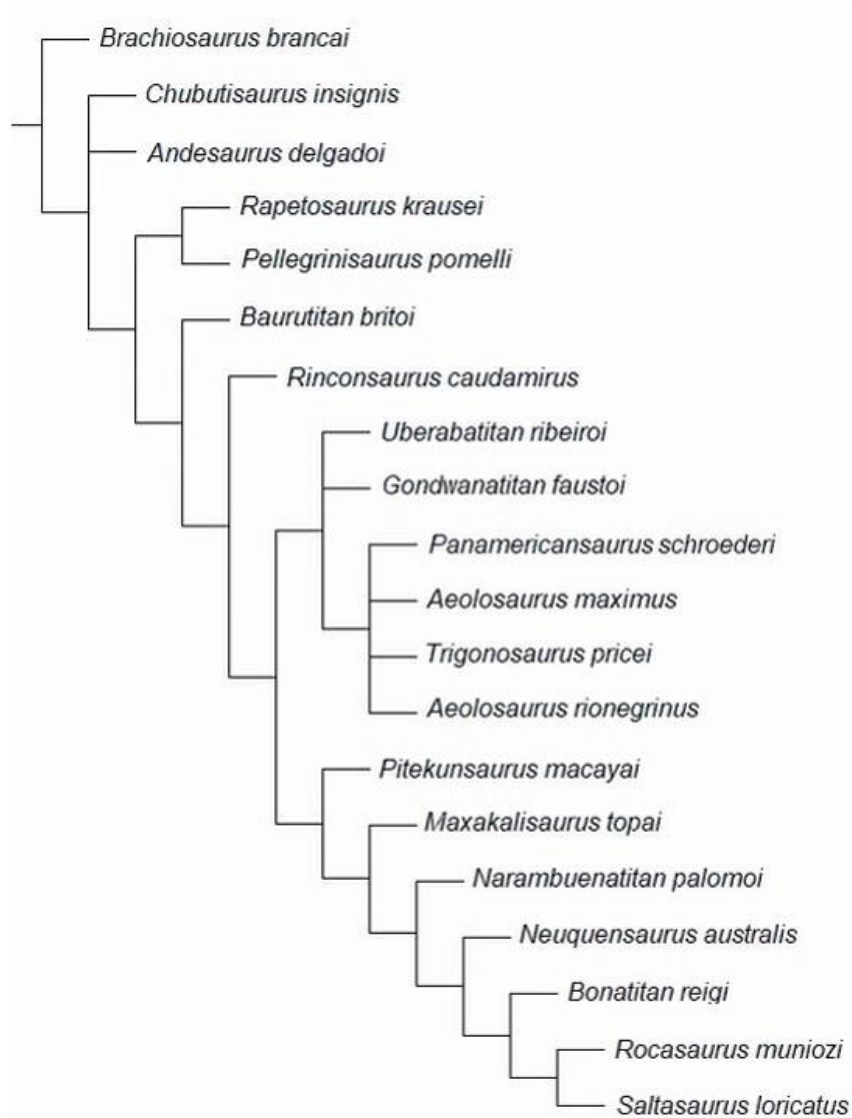


Figura 56 - Consenso estrito de 9 árvores com 116 passos, sem *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus*, *Dreadnoughtus schrani* e *Adamantisaurus mezzalirai*.

Analizando as sinapomorfias, que suportam os clados na árvore de consenso estrito na quarta análise (Figura 56), foi observado que os caracteres 36, 37, 38, 39 e 53 são ambíguos, sendo sinapomorfias que estão presentes e definem mais de um clado.

8. RESULTADOS

A definição dos clados abaixo foi desenvolvida com base na árvore mais parcimoniosa de 9 árvores com 116 passos, sem *Austraposeidon magnificus*, *Brasilotitan nemophagus*, *Dreadnoughtus schrani* e *Adamantisaurus mezzalirai* (Figura 56). Esta árvore foi escolhida por ser a mais coerente, a julgar pelas sinapomorfias que a suportam, quando comparadas a estudos anteriores a esta análise. Também possibilitou um melhor entendimento filogenético em relação aos morfótipos do Grupo Bauru.

8.1 Clados

Clado 1.

DINOSAURIA Owen, 1842

SAUROPODA Marsh, 1878

TITANOSAURIFORMES Salgado, Coria & Calvo, 1997

Salgado *et al.* (1997) definiram o Clado Titanosauriformes como o grupo que inclui *Brachiosaurus brancai*, *Chubutisaurus insignis*, Titanosauria e seus descendentes. As sinapomorfias que suportam o clado seriam presença de lâmina pré-espinhal nas vértebras dorsais posteriores; arcos neurais posicionados anteriormente nos centros das vértebras caudais médias e posteriores; garra (falange ungueal) ou dígito I manual reduzido ou ausente; lobo pré-acetabular do ílio expandido; pedúnculo púbico perpendicular ao eixo sacral; presença de proeminente protuberância lateral abaixo do quarto trocanter do fêmur.

Entre as características citadas acima foram incluídos, na atual análise, os caracteres a seguir.

(14) Presença de lâmina pré-espinhal nas vértebras dorsais posteriores.

(40) Arcos neurais posicionados anteriormente nos centros das vértebras caudais médias e posteriores.

(71) Pedúnculo púbico perpendicular ao eixo sacral.

O carácter (14) está presente em todos os morfótipos analisados, exceto em *Brachiosaurus brancai*. Santucci (2005) indica a presença de lâmina pré-espinhal na porção distal do espinho neural das vértebras dorsais médias e posteriores de *Brachiosaurus brancai*, enquanto Taylor (2009) indica em seu trabalho que *B. brancai*, assim como *B. altithorax*, não apresentaria espinhos neurais nas vértebras dorsais médias e posteriores. Para a presente análise foi considerada a informação observada por Taylor (2009).

Os caracteres (40) e (71) estão presentes em todos os morfótipos analisados.

Clado 2.

TITANOSAURIA Bonaparte & Coria, 1993

Em Salgado *et al.* (1997) o Clado Titanosauria foi definido como o grupo que inclui o ancestral mais comum entre o Gênero *Andesaurus* e a Família Titanosauridae, e todos os seus descendentes. Santucci (2002) define, como Titanosauria, o clado que inclui o ancestral comum mais recente de *Andesaurus delgadoi*, *Opisthocoelicaudia skarzynkii*, *Malawisaurus dixeyi*, Titanosauridae e todos os seus descendentes.

As sinapomorfias propostas para o clado por Salgado *et al.* (1997) são pleurocelos em formato de olho no centro das vértebras dorsais; vértebras dorsais posteriores com lâmina infra-diapofiseal ventralmente ampla e levemente bifurcada; presença de lâmina centro-parapofiseal nas vértebras caudais posteriores; vértebras caudais anteriores procélicas; púbis consideravelmente mais longo que ísquio.

Por seu lado Santucci (2002) definiu, como sinapomorfias do grupo, presença de vértebras caudais anteriores com concavidade na face anterior e convexidade na face posterior pouco desenvolvidas; pleurocelos nas vértebras dorsais, com margens anterior arredondada e posterior acuminada; lâmina centro-parapofiseal

ligando a base da lâmina centro-diapofiseal com a parapófise nas vértebras dorsais posteriores; púbis maior que ísquio.

Em Santucci (2005) Titanosauria é suportado apenas pela presença de lâmina espino-pószigapofiseal simples nas vértebras dorsais médias e posteriores.

Entre as características citadas acima foram incluídos, na atual análise, os caracteres a seguir.

(9) Pleurocelos em formato de olho no centro das vértebras dorsais.

(13) Lâmina centro-parapofiseal ligando a base da lâmina centro-diapofiseal com a parapófise nas vértebras dorsais posteriores.

(26) Presença de lâmina espino-pószigapofiseal simples nas vértebras dorsais médias e posteriores.

(31) Vértebras caudais anteriores procélicas.

(73) Púbis consideravelmente mais longo que ísquio.

O caracter (9) está presente em todos os morfótipos, exceto em *Brachiosaurus brancai* e *Chubutisaurus insignis*, que apresentam os pleurocelos com forma arredondada.

Os demais caracteres (26), (31) e (73) estão ausentes somente em *Brachiosaurus brancai*.

Clado 3.

TITANOSAURIDAE Lydekker, 1893

Inclui o ancestral comum mais recente entre Clado 4, Clado 5 e todos os seus descendentes, suportado pelas sinapomorfias a seguir.

(10) Ausência de articulações hipófeno-hipantro nas vértebras dorsais.

(34) Vértebras caudais médias e posteriores muito procélicas.

Bonaparte & Coria (1993) e Wilson & Sereno (2002) definem a condição do caracter (10) como sinapomorfia de Titanosauria. Porém Salgado *et al.* (1997) definem a mesma condição como sinapomorfia de Titanosauridae.

Santucci (2002) define esta condição do caracter (34) como sinapomorfia de Titanosauridae.

Clado 4. Sem nome I

Inclui o ancestral comum mais recente de *Rapetosaurus krausei*, *Pelligrinisaurus pomelli* e todos os seus descendentes, suportado pela seguinte sinapomorfia.

(38) Arco neural das vértebras caudais médias e posteriores localizados muito anteriormente nos centros vertebrais.

Franco-Rosas *et al.* (2004) definem a posição do arco neural localizado na borda anterior do centro das vértebras caudais médias uma sinapomorfia de Aeolosaurini.

Na presente análise, a condição deste carácter também suporta o Clado 8. Sugerindo que esta sinapomorfia teria surgido de forma idenpedente em ambos os grupos.

Clado 5. Sem nome II

Inclui o ancestral comum mais recente de *Baurutitan britoi*, Aeolosaurini e todos os seus descendentes, sendo suportado pelas seguintes sinapomorfias.

(51) Vértebras caudais médio-posteriores com o espinho neural expandido no sentido ântero-posterior.

Clado 6.

AEOLOSAURINI Franco-Rosas *et al.* (2004)

Inclui o ancestral comum mais recente de *Rinconsaurus caudamirus*, Clado 7 e todos seus descendentes, sendo suportado pela sinapomorfia a seguir.

(54) Vértebras caudais com pré-zigapófises longas.

Powell (1986) define esta condição uma sinapomorfia do Gênero *Aeolosaurus*, enquanto Franco-Rosas *et al.* (2004) definem a presença de pré-

zigapófises longas nas vértebras caudais anteriores e médias uma sinapomorfia de Aeolosaurini.

Clado 7. Sem nome III

Inclui o ancestral comum mais recente de Clado 8, Clado 11 e todos os seus descendentes, sendo suportado pela sinapomorfia a seguir.

(6) Pleurocelos nas vértebras cervicais simples e não divididos.

(36) Vértebras caudais com o espinho neural inclinado para frente.

Todos os morfótipos do clado, incluídos nesta análise, apresentam o carácter (6), com a condição pleurocelos nas vértebras cervicais simples e não divididos, exceto *Maxakalisaurus topai* e *Narambuenatitan palomoi*, que não possuem pleurocelos nas vértebras cervicais.

Franco-Rosas *et al.* (2004) definem a presença de vértebras caudais com o espinho neural inclinado para frente uma sinapomorfia de Aeolosaurini.

Clado 8. Sem nome IV

Inclui o ancestral comum mais recente de *Uberabatitan ribeiroi*, *Gondwanatitan faustoi*, Clado 9 e todos os seus descendentes, sendo suportado pela sinapomorfia a seguir.

(38) Arco neural das vértebras caudais médias e posteriores localizados muito anteriormente nos centros vertebrais.

Franco-Rosas *et al.* (2004) definem a posição do arco neural localizado na borda anterior do centro das vértebras caudais médias uma sinapomorfia de Aeolosaurini. Também suporta o Clado 4.

Além dos morfótipos incluídos neste clado e no Clado 4, *Rocasaurus muniozi* também é suportado por esta sinapomorfia, desta forma a análise sugere que esta característica teria surgido de forma independente três vezes.

Clado 9. Sem nome V

Inclui o ancestral comum mais recente de *Panamericansaurus schroederi*, *Trigonosaurus pricei*, *Aeolosaurus rionegrinus*, *A. maximus* e todos os seus descendentes, sendo suportado pela sinapomorfia a seguir.

(39) Vértébras caudais com faces ventrais comprimidas no sentido ântero-posterior.

Franco-Rosas *et al.* (2004) definem a face ventral comprimida no sentido ântero-posterior uma sinapomorfia de Aeolosaurini.

Clado 10. Sem nome VI

Inclui o ancestral comum mais recente de *Pitenkunsaurus macayai* e Clado 11 e todos os seus descendentes, sendo suportado pela sinapomorfia a seguir.

(34) Centro vertebral das vértebras caudais médias e posteriores comprimido dorso-ventralmente, com as laterais convexas.

Gallina & Otero (2015) definem as vértebras caudais anteriores e médias mais largas que altas uma sinapomorfia de Saltosaurini, definição correspondente aos caracteres (33) e (34) respectivamente, porém o carácter (33) define somente o Clado 11. Todos os morfótipos incluídos na presente análise, que pertencem a Clado 10 e Clado 11, apresentam o centro vertebral das vértebras caudais anteriores e médias mais largos que altos, exceto *Pitenkusaurus macayai*, que no cladograma aparece como grupo irmão do Clado 11. Os autores Filippi & Garrido (2008) descrevem as vértebras anteriores de *P. macayai* como possuindo largura e altura do centro com medidas equivalentes, portando este morfótipo não pode ser incluído no Clado 11.

Powell (1986) define as vétebras caudais sendo mais largas que altas uma sinapormofia de Saltosaurinae.

Clado 11.

SALTASAURINI Salgado & Bonaparte, 2007

Inclui o ancestral comum mais recente de *Maxakalisaurus topai* e Clado 12 e todos os seus descendentes, sendo suportado pela sinapomorfia a seguir.

(33) Centro das vértebras caudais anteriores comprimido dorso-ventralmente, com as laterais convexas.

Gallina & Otero (2015) definem centro das vértebras caudais anteriores comprimido dorso-ventralmente, com as laterais convexas, uma sinapomorfia de Saltosaurini.

Clado 12. Sem nome VII

Inclui o ancestral comum mais recente de *Narambuenatitan palomoi* e Clado 13 e todos os seus descendentes, sendo suportado pelas sinapomorfias a seguir.

(37) Posição do ápice da convexidade da face posterior coincidindo com o eixo vertebral.

(47) Posição relativa da margem ântero-dorsal do espinho neural, no centro vertebral das vértebras caudais médias, anterior ao ápice das pós-zigapófises.

Gallina & Otero (2015) definem a condição do carácter (47) uma sinapomorfia do Grupo Saltosaurini.

Clado 13. Sem nome VIII

Inclui o ancestral comum mais recente de *Neuquensaurus australis* e Clado 14 e todos os seus descendentes, sendo suportado pelas sinapomorfias a seguir.

(36) Ausência de espinho neural inclinado para frente nas vértebras caudais.

(54) Pré-zigapófises curtas nas vértebras caudais.

(55) Lâmina espino-prézigapofiseais formando cristas até o topo do espinho neural nas vértebras caudais anteriores e médias.

Os morfótipos *Rapetosaurus krausei*, *Rinconsaurus caudamirus*, *Pelligrinosaurus pomelli* e *Baurutitan britoi* também não possuem os espinhos neurais inclinados para frente nas vértebras caudais (36), porém não estão incluídos no clado.

Powell (1986) define que espinhos neurais nas vértebras caudais inclinados para trás constituem uma sinapomorfia de Saltosaurinae.

Clado 14. Sem nome IX

Inclui o ancestral comum mais recente de *Bonatitan reigi*, Clado 15 e todos os seus descendentes, sendo suportado pelas sinapomorfias a seguir.

(40) Seção do corpo vertebral aproximadamente circular nas vértebras caudais anteriores e médias.

(46) Crista ventral na margem das vértebras caudais anteriores e médias.

(53) Vértebras caudais anteriores e médias sem facetas articulares amplas.

Chubutisaurus insignis, *Pellegrinasaurus pomelli* e *Rapetosaurus krausei* também apresentam a seção do corpo vertebral aproximadamente circular nas vértebras caudais anteriores e médias, porém estão fora do clado.

Gondwanatitan faustoi, *Baurutitan britoi*, *Pellegrinasaurus pomelli*, *Rinconsaurus caudamirus* e *Rapetosaurus krasuei* também não possuem as facetas articulares amplas das pré-zigapófises, e estão fora do clado.

Clado 15. Sem nome X

Inclui o ancestral comum mais recente de *Rocasaurus muniozi*, *Saltasaurus loricatus* e todos os seus descendentes, sendo suportado pelas sinapomorfias a seguir.

(24) Processos transversos nas vértebras dorsais projetados fortemente dorso-lateralmente.

(43) Superfícies articulares das pré-zigapófises e pós-zigapófises sub-horizontais.

8.2 Considerações paleoambientais e paleoecológicas

O número de registros de titanossauros no Grupo Bauru, não apenas de morfótipos descritos, mas também de elementos isolados, mostra o quanto este grupo era expressivo em seu paleoambiente. Entre os registros é notável a frequência de elementos atribuídos ao Gênero *Aeolosaurus*, grupo de titanossauros que atingiam estaturas relativamente grandes. Segundo Santucci & Bertini (2001) na região de Monte Alto pode ter ocorrido gigantismo, como foi observado em um exemplar de *Aeolosaurus* proveniente da região, maior que os *Aeolosaurus* argentinos, e demais registros brasileiros. Isto sugere que em regiões do Grupo Bauru o ambiente tenha sido favorável o bastante para a sobrevivência de grandes répteis (SANTUCCI & BERTINI, 2001).

Candeiro (2010) associa achados de *Aeolosaurus* das formações Adamantina e Uberaba a fósseis de anfíbios, crocodyliformes, testudinos de águas continentais (Podocnemidae), terópodos abelissauros. Esta diversidade de registros fossilíferos é encontrada em vários afloramentos das formações Adamantina, Uberaba e Marília, onde além dos fósseis de Titanosauria são encontrados outros grupos paleobióticos. Para a coexistência de tais formas de vida seria necessário sistema paleoecológico complexo e de recursos naturais abundantes, provavelmente com corpos de água e vegetação bem estabelecida.

Em contrapartida, a condição fragmentada dos fósseis indica um ambiente com certo grau de aridez, principalmente no interior da unidade. Em uma análise dos registros de titanossauros no Sudoeste da Formação Adamantina, Geroto (2010) menciona que fragmentação e desarticulação dos fósseis se devem a uma provável exposição prolongada antes do soterramento, e que talvez naquela região estes animais teriam morrido em épocas secas, o que permitiria ação intempérica, de necrófagos e transporte anterior à diagênese.

O ambiente deposicional interfere diretamente na preservação dos organismos, e a presença de Calcita em fósseis de vertebrados do Grupo Bauru indica fossilização em ambiente semi-árido, com períodos de chuvas intercalados com período de secas e rápida evaporação da água, favorecendo precipitação de carbonatos (AZEVEDO *et al.*, 2013; HOLZ & SCHULTZ, 1998 apud GEROTO, 2010).

Ainda assim é notável que a vida se desenvolvia em algumas unidades do Grupo Bauru, mesmo em áreas onde a aridez se mostrava mais intensa, como é observado no Sudoeste da unidade. Geroto (2010) observa que os materiais de vertebrados fósseis, provenientes da região Sudoeste da Formação Adamantina, apontam para ecossistema onde os possíveis principais consumidores primários seriam titanossauros, e assim como os testudinos habitavam as proximidades dos corpos de água, acompanhando o leito dos rios. Crocodylomorfos e teropodomorfos se aproximariam apenas para alimentação, caça ou necrofagia, o que explicaria a escassez de fósseis de dinossauros terópodos.

Geroto (2010) ainda argumenta que os morfótipos do Sudoeste do Grupo Bauru são menores, em relação a outros titanossauros da unidade, e que isto teria relação com o ambiente semiárido regional, que reduziria a disponibilidade de alimento, favorecendo titanossauros menores, que necessitariam de menos recursos para sobrevivência. Geroto (2010) também faz menções a presença de elementos associáveis a *Saltasaurus* na região, espécie de pequena estatura. Isto também poderia justificar *Brasilotitan nemophagus*, indivíduo pequeno (assim como os saltassaurinos), encontrado também no Sudoeste do Grupo Bauru. Seus materiais possuem escassez de elementos e má condição de preservação, o que poderia ser fruto de fossilização com influência de um ambiente árido.

Fernandes (1998) observa uma crescente aridez no Grupo Bauru, das bordas em direção ao seu centro deposicional, o que também justificaria a escassez de fósseis no mesmo sentido. Portanto esta aridez se demonstra menos expressiva nas bordas da unidade, onde o ambiente teria favorecido a existência de titanossauros maiores e preservação de fósseis, evoluindo de modo crescente até o interior da área deposicional, onde paleoambiente mais árido teria favorecido titanossauros menores e degradação do material fossilífero (FERNANDES, 1998; GEROTO, 2010).

Esta progressiva escassez de registros fossilíferos, no sentido das bordas para o interior do Grupo Bauru, somada as evidências fossilíferas de titanossauros e de grupos bióticos a eles relacionados, complementam as evidências geológicas de paleoambiente semi-árido na unidade.

9. DISCUSSÃO

Os resultados das análises filogenéticas empregadas neste trabalho seguem o que é observado em análises prévias na literatura, com algumas divergências.

O Clado Titanosauriformes, nesta análise, inclui todos os táxons abordados, sendo suportado pela presença de lâmina pré-espinhal nas vértebras dorsais posteriores; arcos neurais posicionados anteriormente nos centros das vértebras caudais médias e posteriores; pedúnculo púbico perpendicular ao eixo sacral.

Apesar de *Brachiosaurus brancai* estar incluso no Clado Titanosauriformes foi interpretado como não apresentando lâmina pré-espinhal, seguindo o observado por Taylor (2019). Este resultado pode ser oriundo de divergências de interpretação, o que poderia ser resolvido com a observação do material em sua coleção. Um teste foi feito, onde *B. brancai* foi interpretado apresentando a lâmina pré-espinhal nas vértebras dorsais posteriores, e as árvores obtidas foram as mesmas, apresentando as mesmas topologias, e sendo suportadas pelas mesmas sinapomorfias. Somando a isto, todos os outros morfótipos incluídos na análise apresentam a condição citada, assim como arcos neurais posicionados anteriormente nos centros das vértebras caudais médias e posteriores e pedúnculo púbico perpendicular ao eixo sacral, portanto foram todos interpretados como Titanosauriformes.

O Clado Titanosauria inclui o ancestral comum mais recente de *Andesaurus delgadoi*, *Chubutisaurus insignis*, o Clado Titanosauridae e todos os seus descendentes, sendo suportado pelos pleurocelos em forma de olho no centro das vértebras dorsais; lâmina centro-parapofiseal ligando a base da lâmina centro-diapofiseal com a parapófise nas vértebras dorsais posteriores; presença de lâmina espino-pószigapofiseal simples nas vértebras dorsais médias e posteriores; vértebras caudais anteriores procélicas; púbis consideravelmente mais longo que ísquio.

Entre os morfótipos incluídos em Titanosauria *Chubutisaurus insignis* é o único que não apresenta pleurocelos em formato de olho, sendo estes com formato arredondado, como é observado em *Brachiosaurus brancai*. *Chubutisaurus insignis* é um titanosauriforme com características basais, sendo excluído do Clado Titanosauria em análises como de Salgado *et al.* (1997); González-Riga (2003); Lacovara *et al.* (2014); Salgado *et al.* (2015); Bandeira *et al.* (2016) e Silva Júnior *et*

al. (2019). Porém apresenta algumas morfologias de Titanosauriformes mais modernos, o que o fez ser incluído nesta análise no Grupo Titanosauria, como também é observado nas análises de Filippi *et al.* (2011) e Rubilar Rogers *et al.* (2021).

O Clado Titanosauridae foi definido aqui pela ausência de articulações hipósforo-hipantro nas vértebras dorsais e caudais médias e posteriores muito procélicas. Na Análise 1 foi gerada uma árvore onde os Titanosauridae também seriam suportados pelo arco neural sendo posicionado muito anteriormente no centro vertebral, característica que define os Aeolosaurini, o que é incomum quando se observam cladogramas existentes na literatura. Isto também poderia sugerir que todos os morfótipos incluídos na análise pertenceriam ao Clado Aeolosaurini, o que não é observado em estudos filogenéticos que os incluem.

A Análise 2, no entanto, também apresenta grande parte dos morfótipos incluídos no clado definido nesta análise como Aeolosaurini, sendo suportado por pré-zigapófises longas. Neste clado foi incluída a maioria dos morfótipos do Grupo Bauru e os demais incluídos na análise, exceto *Rapetosaurus krausei* e *Pelligrinisaurus pomelli*, que juntos compõem o Clado 4, e *Baurutitan britoi*.

Alguns clados nas análises finais foram definidos por caracteres ambíguos, dificultando o entendimento da resolução do grupo. Na Análise 2 os clados 4 e 8 são definidos pelo carácter 38 (arco neural localizado muito anteriormente no centro das vértebras caudais médias). O Clado 9 é definido pelo carácter 39 (vértebras caudais com faces ventrais comprimidas no sentido ântero-posterior), também presente no táxon *Pitekunsaurus macayai*. Clado 13 é definido pelo carácter 37 (posição do ápice da convexidade da face posterior coincidindo com o eixo vertebral), também presente no táxon *Rinconsaurus caudamirus*. O Clado 14 é definido pelo carácter 36 (ausência de espinho neural inclinado para frente), também observável em *Rapetosaurus krausei*, *Rinconsaurus caudamirus*, *Pelligrinisaurus pomelli* e *Baurutitan britoi*. Clado 15 é definido pelo carácter 40 (seção do corpo vertebral nas vértebras caudais médias e anteriores aproximadamente circular), também observável nos morfótipos *Chubutisaurus insignis*, *Pellegrinisaurus pomeli* e *Rapetosaurus krausei*; e também pelo carácter 53 (ausência de facetas articulares amplas nas vértebras caudais anteriores e médias), também observável nos

morfótipos *Gondwanatitan faustoi*, *Baurutitan britoi*, *Pellegrinosaurus pomeli*, *Rinconsaurus caudamirus* e *Rapetosaurus krausei*.

Na análise prévia não houve presença de caracteres ambíguos. A presença destes nas análises finais pode ter sido decorrente da inclusão de novos morfótipos, relacionada ao um número baixo de caracteres, principalmente aqueles inclusos nas análises filogenéticas dos morfótipos não brasileiros incluídos na análise. Parte destes morfótipos foram descritos depois do estudo de Santucci (2005), com uso de listas de caracteres maiores, que analisam um maior número de características, e a falta destas informações pode ter resultado em falsos caracteres ambíguos, que poderiam ser resolvidos em uma análise com maior número de caracteres.

Análises filogenéticas mais recentes utilizam números bem superiores de caracteres, assim como de táxons. Porém na maioria das vezes estes estudos utilizam matrizes de dados de outros trabalhos, fazendo apenas alterações e acreções dos morfótipos analisados. Como por exemplo a análise de Gonzales-Riga *et al.* (2018), que utiliza a matriz de dados do trabalho de Mannion *et al.* (2013), acrescentando sete caracteres de outros trabalhos, gerando uma matriz de 423 caracteres e 84 táxons. No presente trabalho as informações da matriz de dados foram geradas através da avaliação de cada caracter em cada um dos morfótipos estudados, o que inviabiliza a utilização de matrizes maiores nesta análise.

Avaliando as possíveis causas da presença de caracteres ambíguos foi identificado que alguns morfótipos, em especial aqueles incluídos na segunda análise, apresentam simultaneamente sinapomorfias de eolossaurinos e saltosaurinos. *Rapetosaurus krasuei*, *Pellegrinisaurus pomelli*, *Rinconsaurus caudamirus* e *Baurutitan britoi* apresentam as sinapomorfias 33 (centro das vértebras caudais anteriores comprimido dorso-ventralmente com laterais convexas) e 34 (centro das vértebras caudais médias e posteriores comprimido dorso-ventralmente com as laterais convexas), que definem o Clado Saltosaurini. Além da sinapomorfia 36 (vértebras caudais com espinho neural inclinado para frente), que define o Clado Aeolosaurini.

Apesar de possuírem sinapomorfias destes clados, na segunda análise estes morfótipos não estão dentro dos clados Saltosaurini e Aeolosaurini. Mas em cladogramas encontrados em análises prévias na literatura é possível observar que,

em algumas topologias, estes táxons estão próximos filogeneticamente de ambos os grupos.

- No cladograma de Gonzáles-Riga (2003) *Rinconsaurus caudamirus* e *Aeolosaurus rionegrinus* fazem parte do mesmo clado, que é grupo irmão daquele que inclui Saltosaurinae.
- No cladograma de Upchurch *et al.* (2004) *Pellegrinisaurus* é grupo irmão de Saltosauridae.
- No cladograma de Santucci (2005) *Rinconsaurus caudamirus* está incluído no clado que é grupo irmão daquele contendo os eolossaurinos *Aeolosaurus rionegrinus*, *A. maximus* e *Gondwanatitan faustoi*.
- No trabalho de descrição de *Rinconsaurus caudamirus*, *R. caudamirus* e *Aeolosaurus rionegrinus* fazem parte de um mesmo clado, que é grupo irmão daquele que inclui os saltassaurinos (CALVO & GONZALEZ-RIGA, 2003).
- No cladograma de Fillipi *et al.* (2011) *Rapetosaurus krausei* é grupo irmão do clado que inclui *Rincosaurus caudamirus*, e este é grupo irmão do clado que inclui *Aeolosaurus rionegrinus* e *Gondwanatitan faustoi*.
- No cladograma de Gallina & Carabajal (2015) *Rapetosaurus* é grupo irmão de Aeolosaurini, enquanto este é grupo irmão do clado que inclui *Rincosaurus*.
- No cladograma de Tykoski & Fiorillo (2017) *Rapetosaurus* é grupo irmão do clado que inclui o *Rinconsaurus*, e o clado composto por *Aeolosaurus* e *Gondwanatitan*. E estes dois cladogramas são grupos irmãos.
- Nos cladogramas de Gonzáles-Riga *et al.* (2018, 2019) *Rapetosaurus*, *Aeolosaurus* e *Saltasaurus* fazem parte de uma mesma politomia, sendo que no cladograma de Gonzáles-Riga *et al.* (2019) o clado foi definido como Saltosaurinae.
- No cladograma de Silva Junior *et al.* (2019) *Rapetosaurus* está em um mesmo clado que *Aeolosaurus*.
- No cladograma A de Cerda *et al.* (2021) *Rapetosaurus* é grupo irmão de Saltosauridae, este incluindo o eolossaurino *Trigonosaurus* em seu clado. No cladograma B do mesmo estudo, Saltosauridae é grupo irmão do clado que inclui *Baurutitan*, este sendo grupo irmão do clado que inclui *Pellegrinisaurus*, que é grupo irmão do clado que inclui o eolossaurino *Trigonosaurus*.

Na análise filogenética prévia do presente estudo, *Baurutitan britoi* está em um mesmo clado que *Saltasaurus loricatus*.

A ocorrência destes morfótipos, possuindo sinapomorfias tanto de eolossaurinos, quanto de saltassaurinos, pode ter contribuído para a interpretação destes caracteres de forma homoplástica, surgindo nestas espécies através de eventos de reversão ou convergência. A presença destas sinapomorfias também sugere que estes morfótipos possuem uma relação filogenética com ambos os grupos. E como é observado nos cladogramas citados acima, os táxons Aeolosaurini e Saltosaurinae, ou morfótipos que são comumente associados a eles, estão próximos filogeneticamente. Franco-Rosas *et al.* (2004), ao estabelecerem em seu trabalho o Clado Aeolosaurini, geraram um cladograma onde foi definido que o grupo está incluído dentro do Clado Saltosaurinae. Tal associação se repete no presente trabalho, uma vez que os saltassaurinos estão incluídos dentro do Clado Aeolosaurini.

O clado que inclui os saltassaurinos foi definido como Saltosaurini, por este estar dentro do Clado Aeolosaurini, uma vez que o prefixo “ini” é utilizado para o nível taxonômico de tribo, e o prefixo “inae” é utilizado para o nível de subfamília, que um nível taxonômico acima de tribo (CHAIRMAN *et al.*, 2021).

O Clado Saltosaurini foi definido pelas sinapomorfias 33 (centro das vértebras caudais anteriores comprimido dorso-ventralmente com laterais convexas) e 34 (centro das vértebras caudais médias e posteriores comprimido dorso-ventralmente com as laterais convexas). *Pitekunsaurus macayai* não foi incluído no Clado Saltosaurini, uma vez que não apresenta a sinapomorfia 33, pois possui o centro das suas vértebras caudais anteriores com largura e altura equivalentes (FILIPPI & GARRIDO, 2008). Os autores Filippi & Garrido (2008) citam que a ausência de outras sinapomorfias, como centros das vértebras caudais baixos, e com cavidades ventrais separadas por um septo, como observado nos saltassaurinos *Saltasaurus loricatus* e *Rocasaurus muniozi*, permitiu que excluíssem *Pitekunsaurus macayai* do Clado Saltosaurinae.

O Clado Saltosaurini foi mantido com as topologias semelhantes nos cladogramas gerados nas análises finais, com alteração de apenas alguns morfótipos na posição mais basal, apresentando pouca variação entre as sinapomorfias que suportam seus clados. Os morfótipos *Neuquensaurus australis*,

Bonatitan reigi, *Rocasaurus muniozi* e *Saltasaurus loricatus*, incluídos em Saltosaurini nesta análise em todas as árvores geradas, são comumente associados ao Clado Saltosaurinae em diversas análises encontradas na literatura (GONZÁLES RIGA, 2003; CALVO & GONZÁLES RIGA, 2003; OTERO, 2010; FILLIPI *et al.* (2011); GALLINA & APESTEGUIA, 2011; SALGADO *et al.*, 2015; BANDEIRA *et al.*, 2016; CARBALLIDO *et al.*, 2017; SILVA JUNIOR *et al.*, 2019).

Na análise prévia foi definido o Clado *Aeolosaurus*, que incluía o ancestral comum mais recente de *A. maximus*, *A. rionegrinus* e todos os seus descendentes, sendo suportado pela presença de pré-zigapófises longas nas vértebras caudais, o que também é confirmado no cladograma da análise final 1. Na análise final 2 esta sinapomorfia define o Clado Aeolosaurini, como é definido por Franco-Rosas *et al.* (2004), e os morfótipos *A. rionegrinus* e *A. maximus* dividem uma politomia com *Panamericansaurus macayai* e *Trigonosaurus pricei*.

Na análise final 2 foi retirado o morfótipo do Grupo Bauru *Adamantisaurus mezzalirai*, como foi indicado pelo comando PCR, devido a politomia no Clado Titanosauria. Mas observando as árvores consenso, e as demais árvores geradas pelo programa TNT em análises prévias e finais, *A. mezzalirai* está associado ao Clado Aeolosaurini, sendo mais próximo de *Aeolosaurus* do que de Saltosaurini, assim como a maioria dos morfótipos provenientes do Grupo Bauru, com a exceção de *Baurutitan britoi* e *Maxakalisaurus topai*, o último estando incluso no Clado Saltosaurini na análise final 2.

Nas análises prévias e na análise final 1 *Gondwanatitan faustoi* está longe filogeneticamente de *Aeolosaurus maximus* e *A. rionegrinus*, o que não é o observado em cladograma de estudos prévios, contendo os mesmos morfótipos (SANTUCCI 2002, 2005; FRANCO-ROSAS *et al.*, 2004; GALLINA & APESTEGUIA, 2011; TYKOSKI & FIORILLO, 2017; Salgado *et al.*, 2015; BANDEIRA *et al.*, 2016; FILLIPI *et al.*, 2021).

Na análise final 2 o carácter 42 (vértebras caudais anteriores ou médias com articulações para hemapófises muito desenvolvidas na face posterior) foi interpretado como presente em *Gondwanatitan faustoi*, gerando um cladograma onde está mais próximo de *Aeolosaurus maximus* e *A. rionegrinus*. Porém a definição correta do carácter em questão para *G. faustoi* poderia ser adquirida somente através da análise do material de forma presencial em sua coleção.

Assim como nas análises prévias, *Austroposeidon magnificus* e *Brasilotitan nemophagus* apresentaram uma frequente oscilação entre as topologias, gerando a politomia no Clado Titanosauria (figuras 45, 49 e 53). Isto pode ser devido a grande quantidade de *missing data* observada em ambos os morfótipos. Esta grande quantidade de *missing data* pode ser decorrente da impossibilidade da análise do material físico, mas também aos poucos elementos ósseos preservados, que apresentam possíveis deformações tafonômicas, no caso de *B. nemophagus*, e um pobre estado de preservação, como em *A. magnificus*. Estes fatos certamente contribuem para a não identificação de algumas estruturas.

Devidos as oscilações apresentadas pelos dois morfótipos não foi possível obter informações sobre a filogenia de ambos, e na literatura não há estudos que abordem este aspecto. No trabalho de descrição de *Austroposeidon magnificus* Bandeira *et al.* (2016) realizaram uma análise filogenética, onde o cladograma gerado traz *A. poseidon* como grupo irmão de Lognkosauria, e *Brasilotitan nemophagus* como um saltassaurino.

Ainda sobre *Brasilotitan nemophagus*, seu pequeno tamanho, e presença de poucos alvéolos em seu dentário, poderiam indicar que na verdade este espécimen se trata de um indivíduo juvenil, ainda em fase de desenvolvimento, o que pode gerar interpretação errônea quanto a novos gênero e espécie. Por outro lado *B. nemophagus*, sendo um saltassaurino, como proposto no cladograma de Bandeira *et al.* (2016), seu tamanho pequeno seria justificável, pois saltassaurinos são caracterizados por dimensões discretas. Porém no trabalho de descrição da espécie, os autores Machado *et al.* (2013) excluem esta possibilidade, devido ao formato do seu dentário. Portanto talvez seja necessário um estudo tafonômico e de reavaliação deste morfótipo, e mais investigações que abordem sua posição filogenética. Este último detalhe também se aplica a *Austroposeidon magnificus*.

A quantidade de *missing data* na matriz de dados deste trabalho certamente sofre influências da impossibilidade de visitas aos acervos onde os morfótipos estão resguardados, pois diversas estruturas não puderam ser identificadas na literatura. Os espécimens que não apresentam todos os elementos ósseos analisados preservados, principalmente no que diz respeito aos cranianos e apendiculares, também são um significativo gerador de *missing data*. A não identificação destas estruturas, no material preservado, também pode ocorrer devido

à má preservação nos fósseis, gerada por deformações e degradações ocorridas durante os processos tafonômicos. Ou ainda devido a fase ontogenética do espécimen preservado, que pode não apresentar determinada estrutura, por se tratar talvez de um indivíduo jovem.

Devido a isto, nos estudos de organismos fósseis, *missing data* é um problema muito frequente. A ocorrência frequente de *missing data* na matriz é interpretada como ocasionadora de ambiguidades e cladogramas de baixa resolução, problema que é comumente resolvido pelos paleontólogos com a exclusão de táxons incompletos (KEARNEY, 2003; WIENS, 2003).

Wiens (2003) e Kearney & Clark (2003) argumentam, em seus trabalhos, que a inclusão de táxons incompletos, aliados a uma grande quantidade de caracteres, podem melhorar a resolução do cladograma. Mas que em alguns casos também é observável que a exclusão dos táxons incompletos gera árvores mais informativas.

Segundo Wiens (2003) a inclusão de táxons, mesmo que incompletos, pode diminuir o fenômeno conhecido como *longbranch attraction*, no qual um ou mais ramos terminais, com muitas mudanças, estão separados por um ou mais ramos curtos. Santucci (2005) observa que, devido a isto, a exclusão de táxons diminui o número de árvores parcimoniosas em análises filogenéticas de saurópodos, o que aumenta de maneira significativa a resolução dos resultados.

Comparando a matriz de dados obtida neste trabalho, com as matrizes obtidas por Santucci (2002, 2005), é notável como estudos mais recentes de alguns morfótipos alteraram a percepção da morfologia de alguns táxons, gerando outras interpretações das condições de caracteres, em especial os trabalhos a seguir. Campos *et al.* (2005), que descreveram *Trigonosaurus pricei*, referida como Série B em Santucci (2002, 2005); Kellner *et al.* (2005), no trabalho de descrição de *Baurutitan britoi*, referido como Série C em Santucci (2002, 2005); Santucci & Arruda-Campos (2011), que descreveram *Aeolosaurus maximus*, referido como *Aeolosaurus* de Monte Alto em Santucci (2002, 2005); Mannion & Calvo (2011), que revisaram a anatomia de *Andesaurus delgadoi*. Adicionalmente os trabalhos de Taylor (2009), D'Emici & Carrano (2020) e Christian & Dzemski (2007), que fazem reavaliações sobre morfologia e filogenia do Gênero *Brachiosaurus*, e da espécie *B. brancai*.

10. CONCLUSÕES

O número de registros de titanossauros no Grupo Bauru tem crescido consideravelmente com o passar dos anos, assim como o número de morfótipos formalmente descritos, o que vem tornando mais evidente que Titanosauria é o grupo paleobiótico de vertebrados mais representativo da região, colocando o Grupo Bauru como referência quando se trata de estudos relacionados aos titanossauros.

A relação de ocorrências de materiais coletados neste trabalho foi realizada levando em consideração somente o que é citado na literatura, o número de materiais coletados e resguardados em coleções sendo potencialmente maior. Santucci & Bertini (2001) reportam cerca de 130 ocorrências de Titanosauria no Grupo Bauru, número que atualmente deve ser mais expressivo.

Os registros de titanossauros contribuem com as evidências geológicas de que no Grupo Bauru prevalecia um paleoambiente semi-árido.

As análises dos materiais em suas respectivas coleções poderiam ter suprimido a quantidade de *missing data*, e interpretações incertas ou ambíguas, que podem ter ocasionado as divergências apresentadas pelas árvores filogenéticas resultantes nas análises finais, assim como uma inclusão de um número significativo de caracteres.

As análises filogenéticas não trouxeram informações significativas a respeito de *Austraposeidon magnificus* e *Brasilotitan nemophagus*, porém um estudo anterior os relaciona com Longkosauria e Saltosaurinae respectivamente.

Através dos cladogramas gerados nesta análise, e comparações com outros de estudos prévios, é notável que Aeolosaurini e Saltosaurinae são grupos próximos filogeneticamente, com espécies compartilhando sinapomorfias de ambos os clados neste estudo.

Esta análise filogenética contribui com o que é observado nos estudos de Santucci (2002, 2005), onde os morfótipos do Grupo Bauru estão sempre associados filogeneticamente. No presente estudo sendo todos pertencentes ao Clado Aeolosaurini, com a exceção de *Baurutitan britoi* (Série C nas análises de SANTUCCI 2002, 2005) e *Maxakalisaurus topai*. *B. britoi* se mostrou estar mais próximo de *Saltasaurus* nas análises prévias, próximo aos demais titanossauros do Grupo Bauru na análise final 1, e como táxon irmão de Aeolosaurini na análise final

2, enquanto *Maxakalisaurus topai*, excluído na análise final 1, está incluso no Clado Saltosauruni na análise final 2. *Adamantisaurus mezzalirai* foi excluído na análise final 2, porém nas análises prévia e final 1, *A. mezzalirai* está associado aos demais titanossauros do Grupo Bauru, pertencentes aqui ao Clado Aeolosaurini.

Por fim é sugerida uma análise filogenética com maior número de caracteres, para que se possa obter melhor entendimento sobre as relações filogenéticas dos morfótipos do Grupo Bauru, principalmente em relação aos argentinos, uma vez que tem se tornado mais evidente a semelhança entre as ocorrências de Titanosauria entre Argentina e Brasil.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. B.; AVILLA, L. S.; CANDEIRO, C. R. A. Restos caudais de Titanosauridae da Formação Adamantina (Turoniano-Santoniano), Sítio do Prata, Estado de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, V. 7, N. 2, p. 239-244, 2004

ANELLI, L. E. **Dinossauros e outros monstros: uma viagem à pré-história do Brasil**. EDUSP: Peirópolis-São Paulo, 248p. 2016.

ARID, F. M.; VIZOTTO, L. D. *Antarctosaurus brasiliensis*, um novo saurópodo do Cretáceo Superior do Sul do Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, XXV, 1971, São Paulo. **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia**. São Paulo. p. 297-305, 1971.

AURELIANO, T.; NASCIMENTO, C. S.; FERNANDES, M. A.; RICARDI-BRANCO, F.; GHILARDI, A. M. Blood parasites and acute osteomyelitis in a non-avian dinosaur (Sauropoda, Titanosauria) from the Upper Cretaceous Adamantina Formation, Bauru Basin, Southeast Brazil. **Cretaceous Research**, v. 118, p. 1-11, 2021.

BARCELOS, J. H. **Reconstituição paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru, baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo**. 1984. 190 f. Tese (Livre-Docência) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1984.

BARCELOS, J. H.; SUGUIO, K. Correlação e extensão das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru, definidas em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. **Simpósio Regional de Geologia**, 6, p. 313-321, 1987.

BASILICI, G.; SGARBI, G. N.; FÜHR DAL' BÓ, P. F. A Sub-Bacia Bauru: um sistema continental entre deserto e cerrado. *In*: Hasui, Y; CARNEIRO, C. D. R.; BARTORELLI, A. **Geologia do Brasil**. 1. Ed. São Paulo: Beca, 2012. p. 520-543.

BATEZELLI, A. Arcabouço tectono-estratigráfico e evolução das bacias Caiuá e Bauru no Sudeste brasileiro. **Brazilian Journal of Geology**, v. 40, n. 2, p. 265-285, 2010.

BERTINI, R. J. Paleobiologia do Grupo Bauru, Cretáceo Superior continental da Bacia do Paraná, com ênfase em sua fauna de amniotas. 491 p. Tese de Doutorado UFRJ; 1993.

BERTINI, R. J.; GOBBO, S. R. Tentative biochronostratigraphic approach to the Bauru Group (Upper Cretaceous) from the Paraná Basin, Southeastern Brazil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, XXV, 2017, Ribeirão Preto. **Resumos XXV Congresso Brasileiro de Paleontologia**. Ribeirão Preto: USP, 2017 p. 44.

BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M.; ARRUDA-CAMPOS, A. C. Titanossauros (Sauropoda: Saurischia) no Cretáceo Superior continental (Formação Marília, Membro Echaporã) de Monte Alto, Estado de São Paulo, e correlação com formas associadas do Triângulo Mineiro. **Geociências**, São Paulo, V. 20, N. 1 / 2: p. 93-103. 2001.

BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M.; RIBEIRO, L. C. B. Os testudinos fósseis (pleurodiros pelomedusóideos) do Cretáceo Superior da Bacia do Paraná. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDENTE, 1999, São Pedro. **Boletim de Resumos**. São Pedro: UNESP, 1999 b, p. 79.

BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M.; RIBEIRO, L. C. B. O titanossáuro *Aeolosaurus* sp (Saurischia, Sauropoda) no Membro Serra da Galga da Formação Marília, Grupo Bauru do Triângulo Mineiro. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDENTE, 1999, São Pedro. **Boletim de Resumos**. São Pedro: UNESP, 1999 b, p.78.

BANDEIRA, K. L. N.; SIMBRAS, F. M.; MACHADO, E. B.; CAMPOS, D. A.; OLIVEIRA, G. R.; KELLNER, A. W. A. A new giant Titanosauria (Dinosauria : Sauropoda) from the Late Cretaceous Bauru Group, Brazil. **PlosOne**, V. 11, N. 10, p. 1-25, 2016.

BRITO, P. M.; NAVA, W. R.; MARTINELLI, A. G. A new fossil Amiidae (Holostei : Halecomorphi) from the Upper Cretaceous Adamantina Formation, Southeastern Brazil, with comments on Western Gondwana amiids. **Cretaceous Research**, V. 77, p. 39-43, 2017.

CALVO, J. O.; BONAPARTE, J. F. *Andesaurus delgadoi* gen. et sp. nov. (Saurischia-Sauropoda), titanosaurid dinosaur from the Río Limay Formation (Albian-Cenomanian), Neuquén, Argentina. **Ameghiniana**, V. 28, p. 303-310, 1991.

CALVO, J. O.; GONZALEZ RIGA, B. J. *Rinconsaurus caudamirus* gen. et sp. nov., a new titanosaurid (Dinosauria, Sauropoda) from the Late Cretaceous of Patagonia, Argentina. **Revista Geológica de Chile**, V. 30, N.2, p. 333-353, 2003.

CALVO, J. O.; GONZÁLEZ-RIGA, B. J.; PORFIRI, J. D. A new titanosaur sauropod from the Late Cretaceous of Neuquén, Patagonia, Argentina. **Arquivos do Museu Nacional**, V. 65, N. 4, p. 485-504, 2007.

CALVO, J.; PORFIRI, J. D. *Panamericansaurus schroederi* gen. nov. sp. nov. un nuevo Sauropoda (Titanosauridae-Aeolosaurini) de la Provincia del Neuquén, Cretácico Superior de Patagonia, Argentina. **Brazilian Geographical Journal**, V. 1, N. 1, p. 100-115, 2010.

CAMPOS, D. A.; KELLNER, A. W.; BERTINI, R. J.; SANTUCCI, R. M. On a titanosaurid (Dinosauria, Sauropoda) vertebral column from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**, V. 63, N. 3, p. 565-593, 2005.

CANDEIRO, C. R. A. Cretaceous biota of the Triângulo Mineiro region (Brazil). A review of recent finds. **Estudios Geológicos**, V. 63, N. 1, p. 65, 2007.

CANDEIRO, C. R. A. Record of the Genus *Aeolosaurus* (Sauropoda, Titanosauria) in the Late Cretaceous of South America: paleogeographic implications. **Estudios Geológicos**, V. 66, N. 2, p. 243-253, 2010.

CANDEIRO, C. R.; FARIA, C. C.; ALVEZ, M. C. M.; MUNIZ, F.; ALVEZ, L.; VAZ, M. T.; SILVA R. F.; GIL, L. M. Late Cretaceous tetrapods diversity of the Triângulo Mineiro Region (Minas Gerais State, Brazil). **Revista Sapiência**, V. 2, N. 2, p. 29-37, 2014.

CANDEIRO, C. R. A.; MARTINELLI, A. G.; AVILLA, L. S.; RICH, T. H. Tetrapods from the Upper Cretaceous (Turonian-Maastrichtian) Bauru Group of Brazil: a reappraisal. **Cretaceous Research**, V. 27, N. 6, p. 923-946, 2006.

CANTINO, P. D.; QUEIROZ, K. (eds.). Phylo Code: a phylogenetic code of biological nomenclature. CRC Press, p. 1-62. 2020.

CARBALLIDO, J.; POL, D.; CERDA, I.; SALGADO, L. The osteology of *Chubutisaurus insignis* Del Corro, 1975 (Dinosauria : Neosauropoda) from the 'middle' Cretaceous of Central Patagonia, Argentina. **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 31, N. 1, p. 93-110, 2011.

CARVALHO, I. S.; AVILLA, L. S.; SALGADO, L. *Amazonsaurus maranhensis* gen. et sp. nov. (Sauropoda, Diplodocoidea) from the Lower Cretaceous (Aptian-Albian) of Brazil. **Cretaceous Research**, V. 24, N. 6, p. 697-713, 2003.

CARVALHO, I. S.; VASCONCELLOS, F. M.; TAVARES, S. A. S. *Montealtosuchus arrudacamposi*, a new peirosaurid crocodyle (Mesoeucrocodylia) from the Late Cretaceous Adamantina Formation of Brazil. **Zootaxa**, V. 1607, p. 35-46, 2007.

CERDA, I; ZURRIAGUZ, V. L.; CARBALLIDO, J. L.; GONZÁLEZ, R.; SALGADO, L. Osteology, Paleohistology and phylogenetic relationships of *Pellegrinisaurus powelli*

(Dinosauria : Sauropoda) from the Upper Cretaceous of Argentinean Patagonia. **Cretaceous Research**, V. 128, p. 1-28, 2021.

CHRISTIAN, A.; DZEMSKI, G. Reconstruction of the cervical skeleton posture of *Brachiosaurus brancai* Janensch, 1914 by an analysis of the intervertebral stress along the neck and a comparison with the results of different approaches. **Fossil Record**, V. 10, N. 1, p. 38-49, 2007.

CURRY ROGERS, K. Titanosauria. A phylogenetic overview. *In*: WILSON, J. A.; CURRY-ROGERS, K. (eds.) **The sauropods**. University of California Press, 2005. p. 50-103.

CURRY ROGERS, K. The postcranial Osteology of *Rapetosaurus krausei* (Sauropoda : Titanosauria) from the Late Cretaceous of Madagascar. **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 29, N. 4, p. 1046-1086, 2009.

CURRY ROGERS, K.; FORSTER, C. A. The last of the dinosaur titans: a new sauropod from Madagascar. **Nature**, V. 412, N. 6846, p. 530-534, 2001.

CURRY ROGERS, K.; FORSTER, C. A. The skull of *Rapetosaurus krausei* (Sauropoda : Titanosauria) from the Late Cretaceous of Madagascar. **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 24, N. 1, p. 121-144, 2004.

DE QUEIROZ, K.; GAUTHIER, J. Phylogeny as a central principle in Taxonomy: phylogenetic definitions of taxon names. **Systematic Zoology**, V. 39, N. 4, p. 307-322, 1990.

DEL CORRO, G. Un nuevo saurópodo Del Cretácico Superior, *Chubutisaurus insignis* gen. et sp. nov., del Cretácico Superior (Chubutiano), Chubut, Argentina. *In*: **Actas I Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía**. p. 229-240, 1974.

D'EMIC, M. D.; CARRANO, M. T. Redescription of brachiosaurid sauropod dinosaur material from the Upper Jurassic Morrison Formation, Colorado, USA. **The Anatomical Record**, V. 303, N. 4, p. 732-758, 2020.

D'EMIC, M. D.; WILSON, J. A. New remains attributable to the holotype of the sauropod dinosaur *Neuquensaurus australis*, with implications for saltosaurine systematics. **Acta Palaeontologica Polonica**, V. 56, N. 1, p. 61-73, 2011.

DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E. A.; CASTRO, J. C.; MARANHÃO, M. S. A. S.; SUÁREZ, J. M.; RODRIGUES, R. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil-concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. **Revue de Paléobiologie**, V. 20, N. 1, p. 245-304, 2001.

FERNANDES, L. A. A cobertura cretácica suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP), os grupos Bauru e Caiuá. 188 p. Dissertação Mestrado USP, 1992.

FERNANDES, L. A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. 1998. 216 f. Tese (Doutoramento) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, V. 24, N. 3, p. 164-176, 1994.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, V. 68, N. 2, p. 195-205, 1996.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte Oriental da Bacia Bauru (Neo-Cretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, V. 30, N. 4, p. 717-728, 2000.

FRANÇA, M. A. G.; LANGER, M. C. A new freshwater turtle (Reptilia, Pleurodira, Podocnemidae) from the Upper Cretaceous (Maastrichtian) of Minas Gerais, Brazil. **Geodiversitas**, V. 27, N. 3, p. 391-411, 2005.

FRANCO-ROSAS A. C.; SALGADO L.; ROSAS, C. F.; CARVALHO I. S. Nuevos materiales de titanosaurios (Sauropoda) em el Cretáceo Superior de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. V. 7, N. 3, p. 329-336, 2004.

FILIPPI, L. S.; GARCÍA, R. A.; GARRIDO, A. C. A new titanosaur sauropod dinosaur from the Upper Cretaceous of North Patagonia, Argentina. **Acta Palaeontologica Polonica**, V. 56, N. 3, p. 505–520, 2011.

FILIPPI, L. S.; GARRIDO, A. C. *Pitekunsaurus macayai* gen. et sp. nov., nuevo titanosaurio (Saurischia, Sauropoda) Del Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina, Argentina. **Ameghiniana**, V. 45, N. 3, p. 575-590, 2008.

GAINETT, G.; DIAS, H. P.; MONTENSIO, R. **Metodologia da inferência filogenética**. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322701351_Metodologia_da_Inferencia_Filogenetica. Acesso em: 26 Nov. 2021.

GALLINA, P.; APESTEGUÍA, S. 2011. Cranial anatomy and phylogenetic position of the titanosaurian sauropod *Bonitasaura salgadoi*. **Acta Palaeontologica Polonica**, V. 56, N. 1, p. 45-60.

GARCIA, R. A.; SALGADO, L. The titanosaur sauropods from the late Campanian-early Maastrichtian Allen Formation of Salitral Moreno, Río Negro, Argentina. **Acta Palaeontologica Polonica**, V. 58, N. 2, p. 269-284, 2013.

GEROTO, C. F. C. **Revisão histórica, prospecção e levantamento dos fósseis de vertebrados, especialmente titanossauros, nas regiões fossilíferas entre Lucélia e Irapuru (Grupo Bauru, Formação Adamantina), Sudoeste do Estado**

de São Paulo. 2010. 193 f. Mestrado em Geociências. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2010.

GEROTO, C. F. C.; BERTINI, R. J. New records of fossil vertebrates from the Upper Cretaceous Adamantina Formation (Bauru Group), Southeastern Brazil. **Revista do Instituto Geológico**, V. 35, N. 2, p. 39-56, 2014.

GIL, L. M.; CANDEIRO, C. R. A. Os titanossaurídeos (Dinosauria, Sauropoda, Titanosauria) do Neo-Cretáceo do Triângulo Mineiro: registro fóssil, distribuição e História Natural. **Biota Amazônia**, V. 4, N. 4, p. 80-90, 2014.

GOBBO-RODRIGUES, S. R.; PETRI, S.; COIMBRA, J. C.; BERTINI, R. J. Biostratigraphic correlations between Bauru, Neuquén and Congo Basins, using non-marine ostracodes. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PALEOARTROPODOLOGIA, 2000, Ribeirão Preto. **Abstracts**. Ribeirão Preto: USP. 2000, p. 87-88.

GOLOBOFF, P. A. Analyzing large data sets in reasonable times: solutions for composite optima. **Cladistics**, V. 15, N. 4, p. 415-428, 1999.

GOLDBERG, K.; GARCIA, A. J. V. Faciologia dos calcários do Grupo Bauru na região de Uberaba, MG. **Geociências**, V. 14, N. 2, p. 121-131, 1995.

GONZÁLEZ-RIGA, B. J. A new titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Cretaceous of Mendoza Province, Argentina. **Ameghiniana**, V. 40, N. 2, p. 155-172, 2003.

GONZÁLEZ RIGA, B. J.; LAMANNA, M. C.; OTERO, A.; DAVID, L. D. O.; KELLNER, A. W. A.; IBIRICU, L. M. An overview of the appendicular skeletal anatomy of South American titanosaurian sauropods, with definition of a newly recognized clade. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, V. 91, p. 1-42, 2019.

GONZÁLEZ RIGA, B. J.; MANNION, P. D.; POROPAT, S. F.; DAVID, L. D. O.; CORIA, J. P. Osteology of the Late Cretaceous Argentinean sauropod dinosaur *Mendozasaurus neguyelap*: implications for basal titanosaur relationships. **Zoological Journal of the Linnean Society**, V. 184, N. 1, p. 136-181, 2018.

HECHENLEITNER, E. M.; GRELLET-TINNER, G.; FIORELLI, L. E. What do giant titanosaur dinosaurs and modern Australasian megapodes have in common? **PeerJ**, V. 3, N. 1341, p. 1-32, 2015.

HECHENLEITNER, E. M.; LEUZINGER, L.; MARTINELLI, A. G.; ROCHER, S.; FIORELLI, L. E.; TABORDA, J. R. A.; SALGADO, L. Two Late Cretaceous sauropods reveal titanosaurian dispersal across South America. **Communications Biology**, V. 3, N. 1, p. 1-13, 2020.

RIDE CHAIRMAN, W. D. L.; COGGER, H. G.; DUPUIS, C.; KRAUS, O.; MINELLI, A.; THOMPSON, F. C.; TUBBS, P. K. **International Code of zoological nomenclature**. 2021. Disponível em: <https://www.iczn.org/the-code/the-code-online/>. Acesso em: 26 Nov. 2021.

JACOBS, L.; WINKLER, D. A.; DOWNS, W. R.; GOMANI, E. M. New material of an Early Cretaceous titanosaurid sauropod dinosaur from Malawi. **Palaeontology**, V. 36, p. 523-523, 1993.

KOSCH, J. C. D.; SCHWARZ-WINGS, D.; FRITSCH, G.; ISSEVER, A. S. Tooth replacement and dentition in *Giraffatitan brancai*. **Journal of Vertebrate Paleontology, Programs and Abstracts**, V. 162, 2014.

LACOVARA, K. J.; LAMANNA, M. C.; IBIRICU, L. M.; POOLE, J. C.; SCHROETER, E. R.; ULLMANN, P. V.; VOEGELE, K. K.; BOLES, Z. M.; CARTER, A. M.; FOWLER, E. K.; EGERTON, V. M.; MOYER, A. E.; COUGHENOUR, C. L.; SCHEIN, J. P.; HARRIS, J. D.; MARTINEZ, R. D.; NOVAS, F. E. A gigantic, exceptionally complete titanosaurian sauropod dinosaur from Southern Patagonia, Argentina. **Scientific Reports**, V. 4, N. 1, p. 1-9, 2014.

KEARNEY, M.; CLARK, J. M. Problems due to missing data in phylogenetic analyses including fossils: a critical review. **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 23, N. 2, p. 263-274, 2003.

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A. Brief review of dinosaur studies and perspectives in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 72, n. 4, p. 509-538, 2000.

KELLNER, A. W. A.; AZEVEDO, S. A. K. A new sauropod dinosaur (Titanosauria) from the Late Cretaceous of Brazil. **National Science Museum Monographs**, N. 15, p. 111-142, 1999.

KELLNER, A. W.A; CAMPOS D. A.; AZEVEDO, S. A. K.; TROTTA, M. N. F.; HENRIQUES, D. D. F.; CRAIK, M. M. T.; SILVA, H. P. On a new titanosaur sauropod from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. **Boletim do Museu Nacional: Geologia**, N. 74, 1-31, 2006.

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A.; TROTTA, M. N. F. Description of a titanosaurid caudal series from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**, V. 63, N. 3, p. 529-564, 2005.

LOPES, R. P.; BUCHMANN, F. S. C. Fossils of titanosaurs (Dinosauria, Sauropoda) from a new outcrop in Triângulo Mineiro, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, V. 11, N. 1, p. 69-72, 2008.

MACHADO, E. B.; AVILLA, L. S; NAVA, W. R.; CAMPOS D. A.; KELLNER, A. W. A. A new titanosaur sauropod from the Late Cretaceous of Brazil. **Zootaxa**, V. 3701, N. 3, p. 301-321, 2013.

MANNION, P. D.; CALVO, J. O. Anatomy of the basal titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) *Andesaurus delgadoi* from the mid-Cretaceous (Albian-early Cenomanian) Río Limay Formation, Neuquén Province, Argentina: implications for

titanosaur systematics. **Zoological Journal of the Linnean Society**, V. 163, N. 1, p. 155-181, 2011.

MANNION, P. D.; UPCHURCH, P.; BARNES, R. N.; MATEUS, O. Osteology of the Late Jurassic Portuguese sauropod dinosaur *Lusotitan atalaiensis* (Macronaria) and the evolutionary history of basal titanosauriforms. **Zoological Journal of the Linnean Society**, V. 168, N. 1, p. 98-206, 2013.

MARINHO, T. S.; MARTINELLI, A. G.; BASILICI, G.; SOARES, M. V. T.; MARCONATO, A.; RIBEIRO, L. C. B.; IORI, F. V. First Upper Cretaceous notosuchians (Crocodyliformes) from the Uberaba Formation (Bauru Group), Southeastern Brazil. Enhancing crocodyliform diversity. **Cretaceous Research**, V. 129, p. 1-13, 2021.

MARTINELLI, A.; FORASIEPI, A. Late Cretaceous vertebrates from Bajo de Santa Rosa (Allen Formation), Río Negro Province, Argentina, with the description of a new sauropod dinosaur (Titanosauridae). **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Nueva Serie**, V. 6, N. 2, p. 257-305, 2004.

MARTINELLI, A. G.; BOGAN, S.; AGNOLIN, F. L.; RIBEIRO, L. C. B.; CAVELLANI, C. L.; FERRAZ, M., L., F.; TEIXEIRA, V. P. A. First fossil record of amiid fishes (Halecomorphi, Amiiformes, Amiidae) from the Late Cretaceous of Uberaba, Minas Gerais State, Brazil. **Alcheringa**, V. 37, N. 1, p. 105-113, 2013.

MARTINELLI, A. G.; RIBEIRO, L. C. B., MÉNDEZ, A. H.; MACEDO NETO, F.; LOURENCINI CAVELLANI, C.; FELIX, E; FERRAZ, M. L. F.; TEIXEIRA, V. P. A. Insight on the theropod fauna from the Uberaba Formation (Bauru Group), Minas Gerais State: new megaraptoran specimen from the Late Cretaceous of Brazil. **Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia**, V. 119, N. 2, p. 205-214, 2013.

MARTINELLI, A. G.; RIFF, D.; LOPES, R. P. Discussion about the occurrence of the Genus *Aeolosaurus* Powell 1987 (Dinosauria, Titanosauria) in the Upper Cretaceous of Brazil. **Gaea**, V. 7, N. 1, p. 34-40, 2011.

MARTINELLI, A. G.; TEIXEIRA, V. P. A. The Late Cretaceous vertebrate record from the Bauru Group in the Triângulo Mineiro, Southeastern Brazil. **Boletín Geológico y Minero**, V. 126, N. 1, p. 129-158, 2015.

McINTOSH, J. S. Sauropoda. *In*: WEISHAPEL, D.; DODSON, P.; OSMOLSKA, H. **The Dinosauria**. Berkeley: University of California Press, p. 345-401, 1990.

MINEIRO, A. S. **Ícnofósseis de invertebrados e raízes fósseis da Formação Marília (Membro Echaporã), Grupo Bauru, Cretáceo Superior, Brasil**. 2014. 31f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

NOVAS, F.; RIBEIRO, L. C. B.; CARVALHO, I. Maniraptoran theropod ungual from the Marília Formation (Upper Cretaceous), Brazil. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Nueva Serie**, V. 7, N. 1, p. 37-41, 2005.

PAULA e SILVA, F. **Geologia de subsuperfície e Hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. 2003. 201 f. Tese (Doutoramento) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, K. H.; CAETANO-CHANG, M. R. Estratigrafia de subsuperfície do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, V. 35, N. 1, p. 77-88, 2005.

PAULA e SILVA, F.; CHANG, H. K.; CAETANO-CHANG, M. R.; STRADIOTO, M. R. Sucessão sedimentar do Grupo Bauru na região de Pirapozinho (SP). **Geociências**, V. 25, N. 1, p. 17-26, 2006.

PAULA E SILVA, F.; CHANG, K. H.; CAETANO-CHANG, M. R. Sedimentation of the Cretaceous Bauru Group in São Paulo, Paraná Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, V. 28, N. 1, p. 25-39, 2009.

POWELL, J. E. Osteología de *Saltasaurus loricatus* (Sauropoda-Titanosauridae) del Cretácico Superior argentino. *In: Los dinosaurios y su entorno biótico: II Curso de Paleontología*, 10 a 12 de Julio de 1990. Actas. Instituto Juan de Valdés, 1992. p. 165-230.

POWELL, J. E. Revisión de los titanosaurios de América Del Sur. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, 340 p. 1986.

OTERO, A. The appendicular skeleton of *Neuquensaurus*, a Late Cretaceous saltosaurine sauropod from Patagonia, Argentina. **Acta Palaeontologica Polonica**, V. 55, N. 3, p. 399-426, 2010.

QUEIROZ, K. Biological nomenclature from Linnaeus to the PhyloCode. **Bibliotheca Herpetologica**, V. 9, N.1-2, p. 135-145, 2012.

QUEIROZ, K; GAUTHIER, J. Phylogeny as a central principle in Taxonomy: phylogenetic definitions of taxon names. **Systematic Zoology**, V. 39, N. 4, p. 307-322, 1990.

QUINTÃO, D. A.; CAXITO, F. A.; KARFUNKEL, J; VIEIRA, F. R.; SEER, H. J.; MORAES, L. C.; RIBEIRO, L. C. B.; PEDROSA-SOARES, A. C. Geochemistry and sedimentary provenance of the Upper Cretaceous Uberaba Formation (Southeastern Triângulo Mineiro, MG, Brazil). **Brazilian Journal of Geology**, V. 47, N. 2, p. 159-182, 2017.

ROMANO, P. S. R.; OLIVEIRA, G. R; AZEVEDO, S. A. K.; KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A. New information about Pelomedusoides (Testudines : Pleurodira) from the Cretaceous of Brazil. *In: BRINKMAN, D. B.; HOLROYD, P. A.; GARDNER, J. D. Morphology and evolution of turtles*. Springer Science+Business Media Dordrecht, p. 261-275, 2013.

ROMER, A. S. **Vertebrate Paleontology**, University of Chicago Press, Chicago, 468 p., 1966.

SALGADO, L. *Pellegrinisaurus powelli* nov. gen. et nov. sp. (Sauropoda, Titanosauridae) from the Upper Cretaceous of Lago Pellegrini, Northwestern Patagonia, Argentina. **Ameghiniana**, V. 33, N. 4, p. 355-365, 1996.

SALGADO, L. Should we abandon the name Titanosauridae? Some comments on the Taxonomy of titanosaurian sauropods (Dinosauria). **Revista Española de Paleontología**, V. 18, N. 1, p. 15-21, 2003.

SALGADO, L.; APESTEGUÍA, S.; HEREDIA, S. E. A new specimen of *Neuquensaurus australis*, a Late Cretaceous saltosaurine titanosaur from North Patagonia. **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 25, N. 3, p. 623-634, 2005.

SALGADO, L.; AZPILICUETA, C. Un nuevo saltosaurino (Sauropoda, Titanosauridae) de La Provincia de Río Negro (Formación Allen, Cretácico Superior), Patagonia, Argentina. **Ameghiniana**, V. 37, N. 3, p. 259-264, 2000.

SALGADO, L.; CARVALHO, I. S. *Uberabatitan ribeiroi*, a new titanosaur from the Marília Formation (Bauru Group, Upper Cretaceous), Minas Gerais, Brazil. **Palaeontology**, V. 51, N. 4, p. 881-901, 2008.

SALGADO, L.; CORIA, R. A.; CALVO, J. O. Evolution of titanosaurid sauropods. Phylogenetic analysis based on the postcranial evidence. **Ameghiniana**, V. 34, N. 1, p. 3-32, 1997.

SALGADO, L.; GALLINA, P. A.; CARABAJAL, A. P. Redescription of *Bonatitan reigi* (Sauropoda: Titanosauria), from the Campanian-Maastrichtian of the Río Negro Province (Argentina). **Historical Biology**, V. 27, N. 5, p. 525-548, 2015.

SANTUCCI, R. M. **Revisão dos Titanosauridae (Saurischia, Sauropoda) do Cretáceo Superior continental da Bacia Bauru**. 2002. 179 f. Mestrado em Geociências. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

SANTUCCI, R. M. **Evolução e distribuição paleogeográfica dos Titanosauria (Saurischia, Sauropoda)**. 2005. 231 p. Tese (Doutoramento em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

SANTUCCI, R. M. First titanosaur (Saurischia, Sauropoda) axial remains from the Uberaba Formation, Upper Cretaceous, Bauru Group, Brazil. **Historical Biology**, V. 20, N. 3, p. 165-173, 2008.

SANTUCCI, R. M.; ARRUDA-CAMPOS, A. C. A new sauropod (Macronaria, Titanosauria) from the Adamantina Formation, Bauru Group, Upper Cretaceous of Brazil and the phylogenetic relationships of Aeolosaurini. **Zootaxa**. V. 3085, N. 1, p. 1-33, 2011.

SANTUCCI, R. M.; BERTINI, R. J. Distribuição paleogeográfica e biocronológica dos titanossauros (Saurischia, Sauropoda) do Grupo Bauru, Cretáceo Superior do Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 31, N. 3, p. 307-315, 2001.

SANTUCCI, R. M.; BERTINI, R. J. A new titanosaur from Western São Paulo State, Upper Cretaceous Bauru Group, South-East Brazil. **Palaeontology**, V. 49, N. 1, p. 59-66, 2006.

SANZ, J. L.; POWELL, J. E.; LOEUFF, J. L.; MARTINEZ, R.; SUBERBIOLA, X. P. Sauropod remains from the Upper Cretaceous of Laño (North-Central Spain). Titanosaur phylogenetic relationships. **Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Alava**. V. 14, N. 1, p. 235-255, 1999.

SERENO, P. C. A rationale for phylogenetic definitions, with application to the higher-level taxonomy of Dinosauria. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen**, V. 210, N. 1, p. 41-83, 1998.

SMITH, J. B; LAMANNA, M. C.; LACOVARA, K. J; DODSON, P.; SMITH, J. R.; POOLE, J. C.; GIEGENGACK, R.; ATTIA, Y. A giant sauropod dinosaur from an Upper Cretaceous mangrove deposit in Egypt. **Science**, V. 292, N. 5522, p. 1704-1706, 2001.

SILVA JUNIOR, J. C. G.; MARINHO, T. S; MARTINELLI, A. G.; LANGER, M. C. Osteology and systematics of *Uberabatitan ribeiroi* (Dinosauria : Sauropoda): a Late Cretaceous titanosaur from Minas Gerais, Brazil. **Zootaxa**, V. 4577, N. 3, p. 401-438, 2019.

SILVA JUNIOR, J. C. G.; MARTINELLI, A. G.; IORI, F. V.; MARINHO, T. S.; HECHENLEITNER, E. M; LANGER, M. C. Reassessment of *Aeolosaurus maximus*, a titanosaur dinosaur from the Late Cretaceous of Southeastern Brazil. **Historical Biology**, V. 33,p. 1-9, 2021.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. C.; FÚLFARO, V. J.; SOBREIRO-NETO, A. F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**. V, 10, N. 3, p. 177-185, 1980.

SUGUIO, K.; BARCELOS, J. H. Paleoclimatic evidence from the Bauru Group, Cretaceous of the Paraná Basin, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, V. 13, N. 4, p. 232-236, 1983.

RUBILAR-ROGERS, D.; VARGAS, A. O; GONZALEZ RIGA, B; SOTO-ACUÑA, S; ALARCÓN-MUÑOZ, J.; IRIARTE-DÍAZ, J.; ARÉVALO, C.; GUTSTEIN. C. S. *Arackarlican antay gen. et sp. nov.*, a new lithostrotian (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Cretaceous of the Atacama Region, Northern Chile. **Cretaceous Research**, V. 124, p. 104802, 2021.

TAYLOR, M. P. A re-evaluation of *Brachiosaurus altithorax* Riggs 1903 (Dinosauria, Sauropoda) and its generic separation from *Giraffatitan brancai* (Janensch, 1914). **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 29, N. 3, p. 787-806, 2009.

TAYLOR, M. P. Correction. A re-evaluation of *Brachiosaurus altithorax* Riggs, 1903 (Dinosauria, Sauropoda) and its generic separation from *Giraffatitan brancai*. **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 31, N. 3, p. 727-727, 2011.

TYKOSKI, R. S.; FIORILLO, A. R. Na articulated cervical series of *Alamosaurus sanjuanensis* Gilmore, 1922 (Dinosauria, Sauropoda) from Texas: new perspective on the relationships of North America's last giant sauropod. **Journal of Systematic Palaeontology**, V. 15, N. 5, p. 339-364, 2017.

UPCHURCH, P. The phylogenetic relationships of sauropod dinosaurs. **Zoological Journal of the Linnean Society**. V. 124, N. 1, p. 43-103, 1998.

UPCHURCH, P. The phylogenetic relationships of the Nemegtosauridae (Saurischia, Sauropoda). **Journal of Vertebrate Paleontology**. V. 19, N. 1, p. 106-125, 1999.

UPCHURCH, P.; BARRETT, P. M.; DODSON, P. Sauropoda. *In*: WEISHAMPEL, D. B., DODSON, P., OSMÓLSKA, H. (eds.). **The Dinosauria**. University of California Press, California, p. 259-322, 2004.

VIDAL, L. S.; PEREIRA, P. V. L. G. C.; TAVARES, S.; BRUSATTE, S. L.; BERGQVIST, L. P.; CANDEIRO, C. R. A. Investigating the enigmatic Aeolosaurini Clade: the caudal biomechanics of *Aeolosaurus maximus* (Aeolosaurini / Sauropoda) using the neutral pose method and the first case of protonic tail condition in Sauropoda. **Historical Biology**, V. 32, N. 9, p. 10-21, 2020.

WIENS, J. J. Incomplete taxa, incomplete characters, and phylogenetic accuracy: is there a missing data problem? **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 23, N. 2, p. 297-310, 2003.

WILSON, J. A. A nomenclature for vertebral laminae in sauropods and other saurischian dinosaurs. **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 19, N. 4, p. 639-653, 1999.

WILSON, J. A. Overview of sauropod phylogeny and evolution. *In*: WILSON, J. A.; CURRY-ROGERS, K. The sauropods: evolution and Paleobiology. Berkeley: University of California Press, p. 15-49. 2005.

WILSON, J. A. Sauropod dinosaur phylogeny: critique and cladistic analysis. **Zoological Journal of the Linnean Society**, V. 136, N. 2, p. 215-275, 2002.

WILSON, J. A.; CURRY-ROGERS, K. Introduction: monoliths of the Mesozoic. *In*: WILSON, J. A.; CURRY-ROGERS, K. The sauropods. University of California Press, p. 1-14, 2005.

WILSON, J. A.; SERENO, P. C. Early evolution and higher-level Phylogeny of sauropod dinosaurs. **Journal of Vertebrate Paleontology**, V. 18, N. 2, p. 1-79, 1998.

WILSON, J. A.; UPCHURCH, P. A revision of *Titanosaurus* Lydekker (Dinosauria-Sauropoda), the first dinosaur genus with a Gondwanan distribution. **Journal of Systematic Palaeontology**, V. 1, N. 3, p. 125-160, 2003.

ZURRIAGUZ, V.; POWELL, J. New contributions to the presacral Osteology of *Saltasaurus loricatus* (Sauropoda, Titanosauria) from the Upper Cretaceous of Northern Argentina. **Cretaceous Research**, V. 54, p. 283-300, 2015.

ANEXO

Matriz de datos

Morfótipos	5	10	15	20	25	30	35	40
<i>Brachiosaurus brancai</i>	0 1 1 1 0	1 0 2 1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 ?	0 1 1 1 0	0 1 1 1 0	2 0 0 0 0	0 0 2 0 1
<i>Andesaurus delgadoi</i>	? ? ? ? ?	? ? 1 2 0	1 1 1 2 ?	? 0 0 0 ?	0 ? 1 ? 0	1 ? ? ? ?	3 0 0 0 0	0 0 2 0 0
<i>Aeolosaurus rionegrinus</i>	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	4 ? 0 ? 0	1 ? ? 1 0
<i>Gondwanatitan faustoi</i>	? ? ? ? ?	? ? 2 2 1	1 0 1 1 0	0 ? ? 0 ?	0 1 1 ? ?	? 1 3 0 1	4 2 0 0 0	1 0 3 0 0
<i>Trigonosaurus pricei</i>	? ? ? 1 ?	2 0 2 2 1	1 0 1 2 0	0 1 1 0 3	0 1 1 1 1	1 ? 3 0 ?	4 2 0 0 0	1 0 3 ? 0
<i>Adamantisaurus mezzalirai</i>	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	4 ? 0 ? 0	0 ? 3 0 0
<i>Aeolosaurus maximus</i>	? ? ? ? ?	? ? ? ? 1	? 0 ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? 1 1 ?	1 1 ? ? ?	4 2 0 0 0	1 0 3 1 0
<i>Uberabatitan riberoi</i>	? ? ? 1 ?	2 0 ? 2 ?	? ? ? ? 0	0 ? ? ? ?	? ? 1 1 ?	? ? ? ? ?	4 2 0 0 0	1 0 3 0 0
<i>Baurutitan britoi</i>	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? 3	4 2 0 0 0	0 0 2 0 0
<i>Austraposeidon magnificus</i>	? ? ? ? ?	? ? ? ? 1	? 1 ? ? ?	0 ? ? ? ?	? ? ? 1 ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?
<i>Maxakalisaurus topai</i>	? ? 1 1 0	0 0 ? ? 1	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	0 ? ? 1 ?	? 1 ? 0 ?	4 2 1 1 0	1 0 2 0 0
<i>Brasilotitan nemophagus</i>	0 2 1 1 0	0 0 ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?
<i>Saltasaurus loricatus</i>	? ? ? 1 0	1 0 2 2 1	1 0 1 2 0	1 1 1 1 ?	1 1 1 0 0	1 ? 3 0 1	4 2 1 1 0	0 1 2 0 1
<i>Chubitisaurus insignis</i>	? ? ? ? ?	? ? 1 1 0	? ? ? ? 0	0 ? ? ? ?	? ? 1 ? ?	1 ? ? ? 0	2 0 0 0 1	? ? 2 0 1
<i>Neuquensaurus australis</i>	? ? ? 1 0	2 0 2 2 1	1 0 1 2 0	0 1 1 1 ?	0 1 1 1 0	1 ? 4 1 1	4 2 1 1 0	0 1 2 0 0
<i>Dreadnoughtus schrani</i>	? ? 1 1 ?	0 0 2 2 1	1 0 1 2 0	0 1 1 0 ?	0 1 1 1 0	1 1 ? 0 3	4 2 0 ? 0	1 ? 2 0 ?
<i>Narambuenatitan palomoi</i>	? ? ? ? ?	0 ? ? 2 1	1 0 1 2 ?	? 1 ? 0 ?	? 1 1 1 0	1 ? ? ? 1	4 2 1 ? 0	1 1 2 0 0
<i>Pellegrinisaurus pomelli</i>	? ? ? ? ?	? ? ? 2 ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? 3	4 2 0 0 1	0 0 3 0 1
<i>Rocasaurus muniozi</i>	? ? ? 1 ?	? ? 2 2 1	1 1 1 2 1	1 1 1 ? ?	0 1 1 0 0	1 ? ? ? ?	4 2 1 1 ?	0 0 3 0 1
<i>Panamericansaurus schroederi</i>	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? 0 ?	4 2 1 0 0	1 0 3 1 0
<i>Pitekunsaurus macayai</i>	? ? 1 1 0	2 0 2 2 1	1 ? ? ? 0	0 ? ? ? ?	0 1 1 0 ?	? ? ? ? ?	4 2 0 1 0	1 ? 2 1 ?
<i>Bonatitan reigi</i>	? ? ? 1 ?	1 ? ? 2 1	? ? ? ? ?	? ? ? 0 ?	? 1 ? 1 ?	? ? ? ? ?	4 ? 1 ? 0	0 ? ? 0 1
<i>Rinconsaurus caudamirus</i>	? ? ? 1 ?	1 0 ? 2 1	1 0 1 2 0	0 1 1 1 ?	0 1 1 1 0	? ? ? ? ?	? 2 0 0 ?	0 1 2 0 ?
<i>Rapetosaurus krausei</i>	0 1 1 1 0	0 0 2 2 1	1 0 1 2 0	0 1 1 0 2	0 1 1 1 0	1 ? 3 1 1	4 2 0 0 0	0 0 3 0 1

Morfótipos	45	50	55	60	65	70	75	78
<i>Brachiosaurus brancai</i>	1 0 0 0 0	0 1 0 0 1	0 1 0 1 1	0 0 0 0 0	0 1 0 1 0	1 1 0 0 0	1 1 0 1 1	1 0 1
<i>Andesaurus delgadoi</i>	1 0 0 1 0	0 1 0 0 1	0 1 0 1 1	0 1 1 2 ?	0 1 ? ? 0	1 1 0 ? ?	? 1 1 ? ?	? ? ?
<i>Aeolosaurus rionegrinus</i>	1 1 0 0 1	0 ? ? ? ?	? 1 1 2 ?	? ? ? ? ?	0 1 ? ? 1	1 1 0 ? ?	? 0 ? 1 ?	1 ? 1
<i>Gondwanatitan faustoi</i>	1 0 0 0 1	0 1 ? 0 ?	1 1 0 2 1	0 ? 1 1 ?	0 1 ? ? 1	1 1 0 ? 1	1 0 ? 1 0	? ? ?
<i>Trigonosaurus pricei</i>	1 1 0 0 1	0 1 1 ? 2	1 1 1 1 2	0 1 1 2 0	0 ? ? ? ?	? ? ? ? 1	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Adamantisaurus mezzalirai</i>	1 1 0 ? 1	0 ? 1 ? 1	? 1 1 1 1	0 0 1 ? ?	0 1 ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Aeolosaurus maximus</i>	1 1 0 0 1	0 1 1 0 1	? 1 1 2 2	0 1 1 ? 0	0 1 ? 0 1	1 ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Uberabatitan riberoi</i>	1 1 0 0 1	0 1 0 ? 1	1 0 1 1 1	? 1 1 1 0	0 1 1 ? 1	1 1 ? 0 ?	? ? 1 1 1	1 1 1
<i>Baurutitan britoi</i>	1 1 0 1 1	0 1 1 0 2	1 1 0 1 1	0 1 1 1 0	0 1 ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Austraposeidon magnificus</i>	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Maxakalisaurus topai</i>	1 ? 0 0 1	0 1 ? ? ?	1 ? 1 2 ?	? ? ? ? ?	? 1 1 ? ?	? ? 0 ? ?	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Brasilotitan nemophagus</i>	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Saltasaurus loricatus</i>	1 0 1 0 1	1 0 0 1 1	1 1 0 0 3	0 1 0 ? 0	0 1 1 0 1	0 1 1 1 1	1 2 1 1 0	1 ? ?
<i>Chubitisaurus insignis</i>	1 1 ? 0 0	0 ? ? ? ?	? ? 1 1 ?	? ? ? ? ?	0 1 ? 0 1	1 1 0 0 ?	? 0 ? 0 0	? 1 ?
<i>Neuquensaurus australis</i>	1 0 0 0 1	0 0 0 1 1	1 1 1 0 3	0 2 0 ? 0	0 ? 1 0 1	1 1 1 1 1	1 2 1 ? 0	1 ? 1
<i>Dreadnoughtus schrani</i>	1 ? ? 0 0	1 1 0 ? 2	0 1 ? 2 ?	? ? ? 1 ?	0 1 1 0 1	1 1 0 0 ?	1 1 1 ? 0	1 ? 1
<i>Narambuenatitan palomoi</i>	1 ? 0 0 1	0 0 0 ? 1	0 1 1 2 1	0 1 0 ? 0	0 ? 1 ? 1	1 1 0 ? ?	? 2 1 ? ?	? ? ?
<i>Pellegrinisaurus pomelli</i>	1 0 0 0 ?	0 1 0 ? ?	0 ? 0 2 ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Rocasaurus muniozi</i>	1 0 1 0 ?	1 0 0 ? 1	1 ? 0 0 3	0 0 ? ? ?	0 ? ? ? ?	? ? ? ? 1	1 2 1 ? ?	? ? ?
<i>Panamericansaurus schroederi</i>	1 1 0 0 1	? 1 0 ? ?	? ? 1 2 ?	0 ? 1 ? ?	0 ? ? ? 1	1 1 0 ? ?	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Pitekunsaurus macayai</i>	1 1 ? ? ?	? ? 0 ? ?	? ? ? 2 ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ? ? ?	? ? ?
<i>Bonatitan reigi</i>	0 ? 0 0 ?	1 0 0 ? 1	? 1 0 0 3	0 2 0 ? ?	? 1 ? ? 1	1 1 0 ? ?	? ? ? ? 1	? ? 1
<i>Rinconsaurus caudamirus</i>	1 1 0 0 ?	0 1 0 ? ?	1 ? 0 2 ?	? ? ? ? ?	0 1 1 0 1	0 1 0 ? 1	1 2 1 ? ?	? ? ?
<i>Rapetosaurus krausei</i>	1 2 0 ? ?	0 ? ? 1 1	? 1 0 1 1	0 1 1 ? 0	0 1 1 0 1	1 1 0 0 ?	1 2 1 ? ?	1 ? ?