

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Novos materiais de Sauropoda (Dinosauria) do Cretáceo Superior do Triângulo Mineiro

Thiago Correia Lima

UBERLÂNDIA – MG

Julho 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Novos materiais de Sauropoda (Dinosauria) do Cretáceo Superior do Triângulo Mineiro

Orientador: Prof. Dr. Douglas Santos Riff

Monografia apresentada à coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Homologado pela coordenação do Curso de Ciências Biológicas em __/__/__

Profa. Dra. Celine de Melo

Uberlândia – MG

Julho – 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Novos materiais de Sauropoda (Dinosauria) do Cretáceo Superior do Triângulo Mineiro

Thiago Correia Lima

Orientador: Prof. Dr. Douglas Santos Riff

Homologado pela coordenação do Curso de
Ciências Biológicas em __/__/__

Coordenadora: Profª. Dra. Celine de Melo

Uberlândia – MG

Julho – 2018

RESUMO

O clado Sauropodomorpha está entre os mais diversos e bem sucedidos não só entre os Dinosauria, mas entre os vertebrados terrestres, dentre eles se destacando os Sauropoda. Este grupo possui representantes cujos tamanhos impressionantes os colocavam acima de qualquer outro vertebrado terrestre. No grupo, os Titanosauria são o ápice da derivação, e animais como *Argentinosaurus huinculensis* realmente testavam o limite de tamanho que pode ser atingido por um animal terrestre. Os Titanosauria são animais bastante especializados e apresentam características únicas. Alguns apresentam osteodermas, como *Saltasaurus loricatus*, e todos apresentam uma tendência à perda de dígitos nos membros anteriores, apoiando-se nos ossos metacarpais para locomoção. Essa característica se confirma devido ao formato de meia lua deixado por suas pegadas. Dois novos materiais pertencentes aos Titanosauria são apresentados aqui, ambos do Cretáceo Superior do Triângulo Mineiro, estado de Minas Gerais: um conjunto de ossos sacrais provenientes da formação Adamantina com potencial para ser associado ao holótipo de *Maxakalisaurus topai*, e uma escápula esquerda proveniente do membro Echaporã da Formação Marília, a qual apresenta feições típicas do clado Saltasauroidae. O primeiro material apresenta indícios de imaturidade do indivíduo, reforçando sua relação com o espécime tipo *M. topai*. A escápula por sua vez apresenta indícios de saprofagia na forma de perfurações na superfície óssea.

Palavras-chave: Sauropoda, Titanosauria, Aeolosaurini, Sacro, Escápula, Triângulo Mineiro

ABSTRACT

The clade Sauropodomorpha is among the most diverse and successful not only within Dinosauria, but amongst terrestrial vertebrates. The Sauropoda are prominent members of the clade. Within the Sauropoda, the Titanosauria represent the apex of derivation, animals such as *Argentinosaurus huinculensis* truly test the size limit which can be attained by terrestrial animals. The Titanosauria are extremely specialized animals, and possess unique characteristics that set them apart. Some species possess osteoderms, such as *Saltasaurus loricatus*, they also have a tendency to lose digits in their forelimbs, therefore supporting their weight on their metacarpal bones. This feature is confirmed via the half-moon shapes left by their tracks. Two specimens pertaining to Titanosauria are presented herein, both from the Upper Cretaceous in the Triângulo Mineiro region, Minas Gerais state: a set of sacral bones from the Adamantina Formation with potential to be associated with the type-series of *Maxakalisaurus topai*, and a left scapula from the Echaporã Member of the Marília Formation, which presents features that place it within the clade Saltasauroidae. The sacral bones present strong indications of immaturity, which reinforces its probable association with the *M. topai* type specimen. The scapula also presents strong evidence of saporifagy in the form of perforations in the bone surface.

Key words: Sauropoda, Titanosauria, Aeolosaurini, Sacrum, Scapula, Triângulo Mineiro.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1.1 - Os espécimes	12
1.2 - Contexto Geológico e localização	15
2 - OBJETIVOS	20
3 - METODOLOGIA	20
4 - DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	21
4.1 – Ossos sacrais	21
4.1.1 - Comparações	23
4.2 - Escápula	28
4.2.1 - Comparações	29
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6 - CONCLUSÃO	34
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática do sauropodomorfo basal <i>Saturnalia tupiniquim</i>	1
Figura 2 – Representação esquemática de alguns “Prosauropoda” comparando tamanho corporal	2
Figura 3 - Gráfico demonstrando a variação na diversidade de Sauropoda ao longo dos períodos Jurássico e Cretáceo	4
Figura 4 - Cladograma demonstrando as relações filogenéticas dos Archosauria, com ênfase em Sauropodomorpha, correlacionando-as com o tempo e representações esquemáticas do bauplan das respectivas espécies.....	5
Figura 5 - Cladograma demonstrando as relações filogenéticas e massa corporal em Somphospondily.....	6
Figura 6 – Figura esquemática representativa do holótipo do titanossaurídeo <i>Trigonosaurus pricei</i>	8
Figura 7 – Esquema representativo do holótipo do titanossauro do Triângulo Mineiro <i>Uberabatitan ribeiroi</i>	9
Figura 8 – Esquema representativo do holótipo do titanossaurídeo <i>Baurutitan britoi</i>	9
Figura 9 - Esquema representativo dos ossos que compõem o holótipo do titanossaurídeo <i>Maxakalisaurus topai</i>	11
Figura 10 - Bloco de sedimento contendo a série de vértebras sacrais. Detalhe nas costelas sacrais (CS) expostas.	13
Figura 11 – Localidade tipo de <i>Maxakalisaurus topai</i> . A formação Adamantina encontra-se abaixo da linha pontilhada, enquanto que acima da mesma está o membro Echaporã da Formação Marília. O material aqui descrito foi retirado do local marcado pela elipse branca. O mapa acima e à direita da imagem representa a região do Triângulo Mineiro, a oeste do	

estado de Minas Gerais, em laranja está representada a extensão da Formação Adamantina na região. Escala: 100 km. 16

Figura 12 - Mapa geológico da Bacia Bauru, nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná e partes do Paraguai, contemplando suas diferentes unidades estratigráficas 17

Figura 13 – A) Vista do afloramento do Membro Echaporã da Formação Marília às margens da Br 364. A elipse vermelha destaca o nível do arenito de onde foi recuperada a escápula. Escala: 2m. B) Lâmina escapular antes de ser removida. Escala: 10 cm. 18

Figura 14 – O espécime aqui estudado em vista anterior (A), e ventral (B). Estão apontadas as costelas sacrais (CS), a numeração representa qual elemento ósseo está apontado, por exemplo, CS2 é a segunda costela sacral. Escala: 20cm. 23

Figura 15- Expostos lado a lado, a pelve de *Haplocanthosaurus* e o espécime cerne deste trabalho. Nota-se a morfologia da primeira costela sacral em Neosauropoda (CS 1), bastante similar à primeira costela preservada no espécime, indicativo de que a mesma é a segunda costela sacral 24

Figura 16 – Pelve MCT 1536-R (Museu de Ciências da Terra, RJ) proveniente do Membro Serra da Galga da Formação Marília em Peirópolis, Uberaba-MG. A) Vista ventral do espécime. B) Ilustração esquemática. Abreviaturas: ac-acetábulo, il-íleo, pped-pedúnculo, púbico, s-vértebra sacral, sr- costela sacral. Escala: 10 cm. Modificado de CAMPOS & KELLNER, 1999. 25

Figura 17 – Vértebra cervical do holótipo *M. topai* Kellner *et al.*, 2006. Em destaque está a articulação neurocentral (ANC), a qual ainda se demonstra pouco fusionada, denotando a imaturidade do indivíduo 27

- Figura 18** – Vértebra dorsal anterior de *M. topai* em vista posterior. É possível notar claramente o craquelamento do material, bem como fraturas. Ambas as características tafonômicas estão presentes no material aqui descrito 28
- Figura 19** - Escápula esquerda em suas quatro vistas, respectivamente, da esquerda para a direita,: Anterodorsal, Lateral, Posteroventral e Medial. Escala: 10cm 29
- Figura 20** – A) Escápula direita do Somphospondyli *Angolatitan adamastor*. Em 1, nota-se o tubérculo bem proeminente na base do osso, bastante similar ao do espécime aqui descrito.
B) Escápula direita do titanossauro *Lithostrotia Muyelensaurus pecheni*. Nota-se que as feições do acrômio se apresentam mais suaves do que o espécime em estudo. Escala: 10 cm 31
- Figura 21** - As quatro vistas da escápula, da esquerda para a direita: anterodorsal, lateral, posteroventral e medial. Abreviaturas: AC: acrômio, FA: foramen acromial, GL: porção glenóide, LE: lâmina escapular, SAC: superfície articular para o coracóide TAM: tubérculo anteromedial (para o *m. levator scapulae*), TPM: tubérculo posteromedial (para o *m. triceps longus*). Escala: 10 cm. 32

INTRODUÇÃO

Dentre os diversos táxons que compõem o clado Dinosauria, um dos mais diversificados e bem-sucedidos são os Sauropodomorpha von Huene, 1932. O registro geológico deste grupo está presente desde o Triássico Superior, entre 220 e 210 milhões de anos no decorrer das idades Carniana-Noriana, quando viveram suas formas mais basais hoje conhecidas, e que se caracterizam pelo pequeno porte, postura bípede e constituição grácil de seus esqueletos bem conhecidos a partir de espécimes de *Saturnalia tupiniquim* Langer et al. 1999, *Pampadromaeus barberenai* Cabreira et al. 2011, *Buriolestes schultzi* Cabreira et al. 2016 e *Bagualosaurus agudoensis* Preto, Langer e Shultz 2018, provenientes da Formação Santa Maria no Rio Grande do Sul, Brasil, bem como de *Eoraptor lunensis* Sereno et al. 1993, *Panphagia protos* Martinez & Alcober 2009 e outros provenientes da Formação Ischigualasto, no oeste da Argentina (Fig. 1).

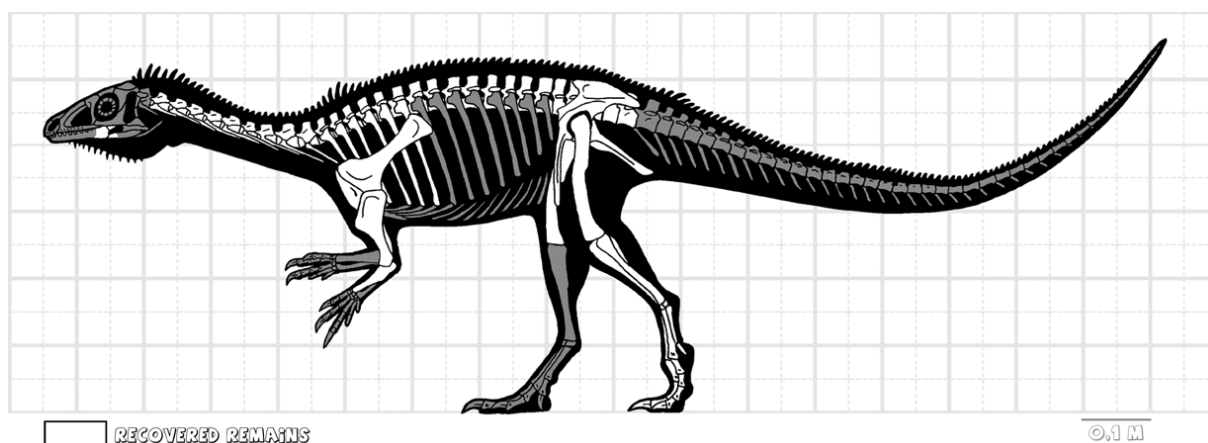


Figura 1 – Representação esquemática do sauropodomorfo basal *Saturnalia tupiniquim* Langer et al. 1999. Arte de Felipe Alves Elias, disponível em <http://felipe-elias-portfolio.blogspot.com> (acesso em junho de 2018).

Esses animais eram detentores de muitas características basais dos Dinosauria que os condicionam a serem moderadamente cursoriais e possuírem hábitos carnívoros a onívoros.

Entre estas destaca-se um crânio moderadamente alongado, articulação acessória (hiposfeno-hipantro) nas vértebras dorsais e dentes alongados e serrilhados (na porção posterior da arcada, enquanto lanceolados e com menor extensão de serrilhamento na porção anterior).

Por outro lado, já exibiam algumas características derivadas e que anunciavam o que estava por vir, tais como o alinhamento da margem das arcadas superior e inferior (sem ondulações), o alongamento das vértebras cervicais, a presença de lâminas delimitando fossas nas vértebras cervicais (ao menos as lâminas pré e pós-zigadiapofiseais, paradiapofiseal, centroparapofiseal e centrodiafiseal), epipódio e propódio com comprimento similar (em contraste com outros Dinosauromorpha, cujo epipódio é mais longo) e cooptação de uma vértebra caudal para a região sacral, somando-a às duas vértebras sacrais primordiais.

Esses animais, anteriormente formavam o grupo "Prosauropoda" (Figura 2), no entanto, com a descoberta de novos espécimes, as relações filogenéticas entre eles foram sendo elucidadas, o que resultou na conclusão de que o grupo é, na verdade, parafilético, ou seja, não é possível reuni-los em um clado em que todos os representantes tenham apenas um único ancestral comum (MÜLLER, 2016; YATES, 2003).

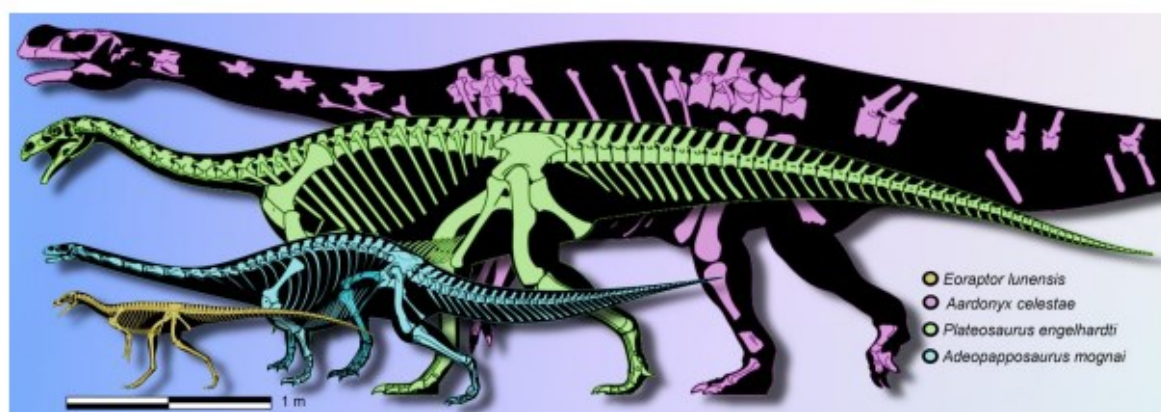


Figura 2 – Representação esquemática de alguns “Prosauropoda” comparando tamanho corporal (Retirado de Müller, 2016)

No período Jurássico Inferior, entretanto, surge o grupo dos Sauropoda Marsh, 1878, os quais eram animais quadrúpedes obrigatórios, ou seja, passaram a apresentar sua forma mais facilmente reconhecível. Animais como o *Vulcanodon* Raath, 1972, que viveu no supracitado período, já eram detentores do bauplan padrão, ou seja, eram criaturas terrestres robustas, quadrúpedes, possuidoras de membros locomotores colunares, tinham um pescoço longo, serpentiforme e dieta herbívora.

Os Vulcanodontidae Cooper, 1984, táxon a que pertence o *Vulcanodon*, eram animais relativamente pequenos, haja vista o fato de alcançarem pouco mais de 6 metros de comprimento, um contraste em relação a animais mais derivados que apresentavam portes mais impressionantes. O grupo tem grande importância taxonômica, pois possui características que os aproximam dos saurópodes mais derivados a serem discutidos a seguir do que de formas basais como *Plateosaurus* (COOPER, 1984).

A partir do Jurássico Médio, ocorreu uma grande proliferação de um grupo particular de Sauropoda, os Neosauropoda Bonaparte, 1986, táxon este que perdurou até o fim da Era Mesozóica. Esses animais já eram altamente especializados, ocupando os mais diversos nichos, fato este que provavelmente contribuiu para a amenização da competição interespecífica entre membros do grupo. Postula-se que os diferentes comprimentos dos pescoços presentes nas diversas espécies fosse um fator preponderante quando da ocupação efetiva dos respectivos nichos (TAYLOR et al., 2011), muito embora exista debate sobre este assunto em particular, já que há estudos que apontam que os pescoços compridos em Sauropoda seriam na verdade atributos que tiveram sua origem na seleção sexual (SETER, 2006). Independente da controvérsia nota-se que os pescoços desses animais lhes permitiam forragear por alimentos em diferentes alturas e alcances (COOMBS, 1975).

Ao final do Jurássico, os Sauropoda já estavam distribuídos globalmente e ocupavam, consequentemente, diversos nichos nos mais variados ecossistemas. À época, esse grupo de animais alcançou a expressão máxima de sua diversidade, muito embora este fato esteja mais diretamente relacionado ao número de táxons descritos (HUNT et al, 1994) (Figura 3) a despeito de suas relações filogenéticas (Figura 4) e/ou outros fatores que pudessem interferir nessa conclusão. É indiscutível, entretanto, o fato de que esses animais eram extremamente bem-sucedidos e adaptados ao ambiente em que estavam inseridos naquele contexto geológico (UPCHURCH; BARRET, 2005).

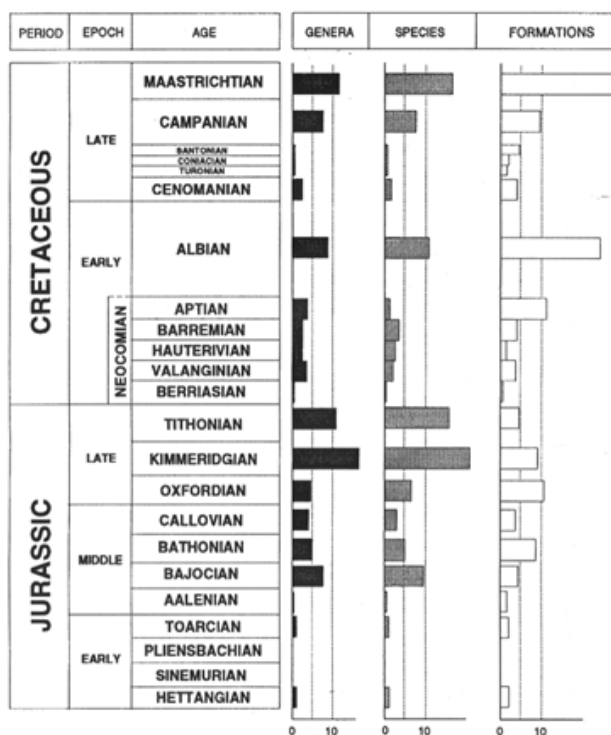


Figura 3 - Gráfico demonstrando a variação na diversidade de Sauropoda ao longo dos períodos Jurássico e Cretáceo (retirado de Hunt, 1994)

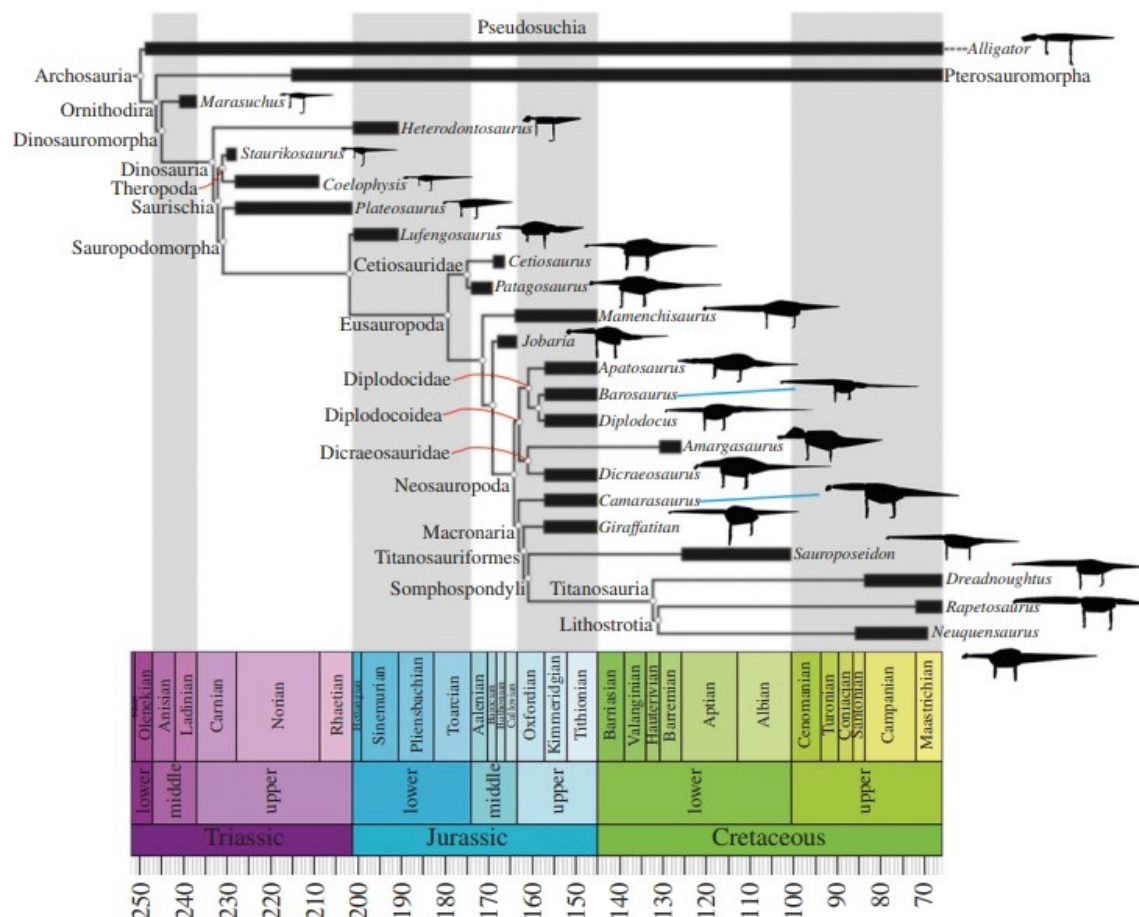


Figura 4 - Cladograma demonstrando as relações filogenéticas dos Archosauria, com ênfase em Sauropodomorpha, correlacionando-as com o tempo e representações esquemáticas do bauplan das respectivas espécies. (retirado de Bates *et al.*, 2016).

Durante o Cretáceo Inferior, nota-se uma queda na diversidade presente em Sauropoda como um todo. Especula-se que, dentre diversos outros fatores, o contínuo afastamento dos continentes que havia se iniciado desde o Triássico, e as consequentes mudanças ambientais e climáticas ocasionadas por ele tenha tido um papel chave para essa perda na diversidade dos táxons (UPCHURCH; BARRET, 2005). Por outro lado, há fortes indícios de que essa queda na diversidade de táxons encontrados tenha se dado devido a um viés tafonômico, nota-se, durante o período, uma elevação do nível do mar, o que, por sua vez, dificultaria a preservação no registro geológico dos ambientes terrestres ocupados por esses animais

(MANNION; UPCHURCH, 2010; MANNION; UPCHURCH, 2011) . No Cretáceo Inferior surgiu o grupo dos Titanosauria, o ápice da derivação desses animais (Fig. 5).

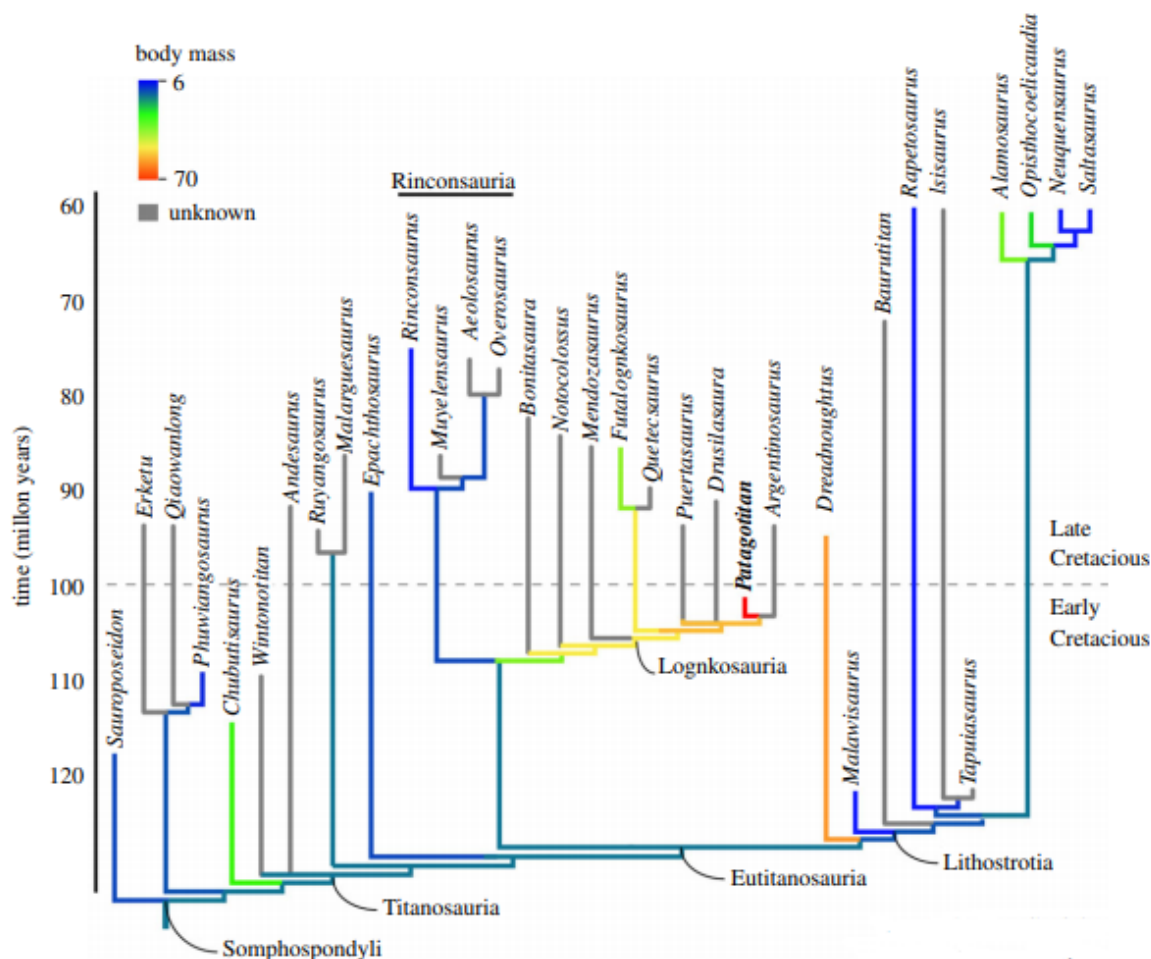


Figura 5 -Cladograma demonstrando as relações filogenéticas e massa corporal em Somphospondyli. (Retirado de Carballido *et al.*, 2017)

A distribuição desses herbívoros à época era global (SERENO, 1999; CERDA *et al.*, 2012). A América do Sul é especialmente prolífica, sendo a Argentina uma fonte particularmente abundante de fósseis de Titanosauria, tal como o *Argentinosaurus huinculensis* (BONAPARTE; CORIA, 1993), um dos maiores animais terrestres que já viveram, além de uma diversidade enorme de outros Titanosauria conforme elencado por Otero e Salgado, 2015, como *Andesaurus delgadoi* Calvo e Bonaparte, 1991, *Aeolosaurus*

colhuehuapensis Casal, Martínez, Luna, Sciutto y Lamanna, 2007 e também o impressionante *Futalognkosaurus dukei* Calvo, Porfiri, González Riga y Kellner, 2007.

Os Titanosauria estavam entre os herbívoros terrestres mais comuns no decorrer do Cretáceo, sendo que o grupo perdurou até a extinção dos dinossauros não-avianos ao final do período. O grupo apresentava características bastante peculiares, e uma das mais notáveis era o fato de esses herbívoros terem perdido seus dígitos dos membros locomotores anteriores, se apoiando desta forma sobre os ossos metacarpais (SERENO, 1999).

Não obstante seu cosmopolitismo no passado, há uma concentração de descobertas importantes no tocante a fósseis de Titanosauria na América do Sul. A Argentina encontra-se na vanguarda dessa tendência, tendo contribuído com diversos espécimes de grande relevância taxonômica. O Brasil, apesar de não ser muito representativo quanto à descoberta de fósseis de dinossauros em geral, conta com cerca de vinte espécies provindas de localidades diversas e em diferentes estados de conservação, além de materiais fragmentários e incompletos, e rastros atribuídos a Dinosauria, assim como também ovos e cascas de ovos (KELLNER; CAMPOS, 2000; BITTENCOURT & LANGER, 2011) .

No que concerne aos Sauropoda no Brasil, o estado de Minas Gerais, mais precisamente a região do Triângulo Mineiro, é deveras prolífica em fósseis, com ênfase mais acentuada nos municípios de Uberaba e Prata (CANDEIRO et al., 2009). Devido a essa concentração de achados, é de grande nota quando mais espécimes são descobertos na região, pois a cada pesquisa realizada e publicada, mais detalhes são efetivamente postos em evidência no concernente à distribuição, ecologia e habitat, além de caracteres fundamentais para a sistemática desses animais.

De fato, essa prevalência de achados importantes se traduz no fato de a região contar com quatro espécies de Titanossauro formalmente descritas. Na região de Prata, foi

descoberto e descrito o Aeolosaurini *Maxakalisaurus topai* (KELLNER *et al.*, 2006), o qual é discutido mais a fundo a seguir devido a sua inferida ligação com um dos espécimes cerne deste trabalho.

A região de Uberaba, verdadeiro destaque no cenário paleontológico, conta com três espécies descritas. *Trigonosaurus pricei* (CAMPOS *et al.*, 2005) (Fig. 6), cujo holótipo consiste em uma coluna vertebral razoavelmente bem preservada, contando com vértebras pré-sacrais cervicais e dorsais, um sacro articulado com o ílio esquerdo, e várias vértebras caudais.

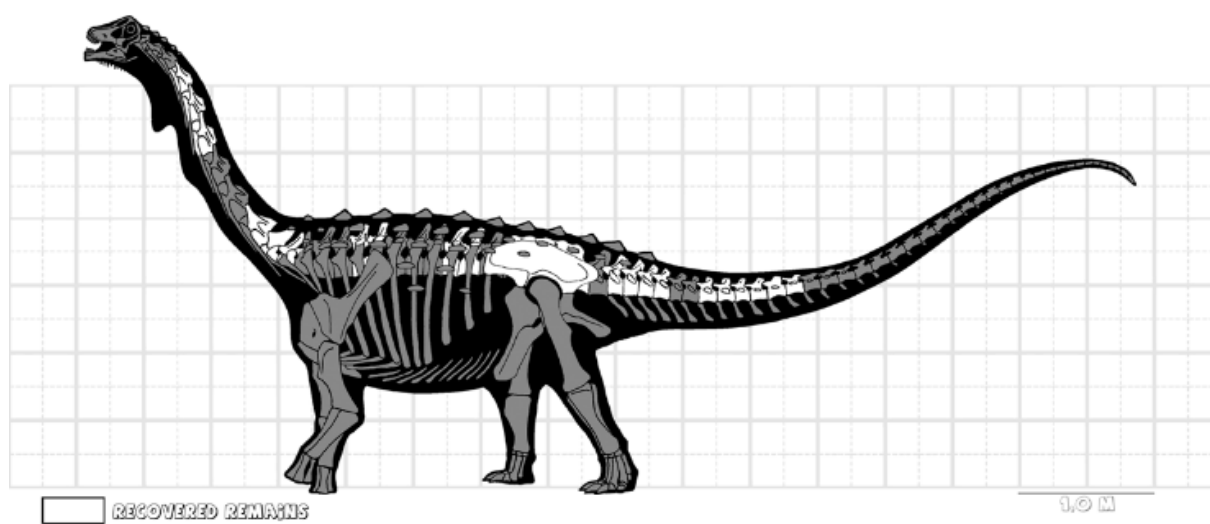


Figura 6 – Figura esquemática representativa do holótipo do titanossaurídeo *Trigonosaurus pricei*. Arte de Felipe Alves Elias, disponível em <http://felipe-elias-portfolio.blogspot.com> (acesso em junho de 2018).

Outra espécie descrita do entorno de Uberaba foi nomeada em homenagem à própria cidade, *Uberebatitan ribeiroi* (SALGADO; CARVALHO, 2008) (Figura 7). A espécie foi descrita com base em três espécimes, sendo que estes apresentam tamanhos, e possivelmente estados ontogenéticos diferentes, uma raridade no grupo. O espécime designado holótipo apresenta o tamanho intermediário entre os três. Os indivíduos foram assinalados à mesma

espécie com base em uma descrição comparativa aprofundada realizada com os elementos do esqueleto axial dos animais.

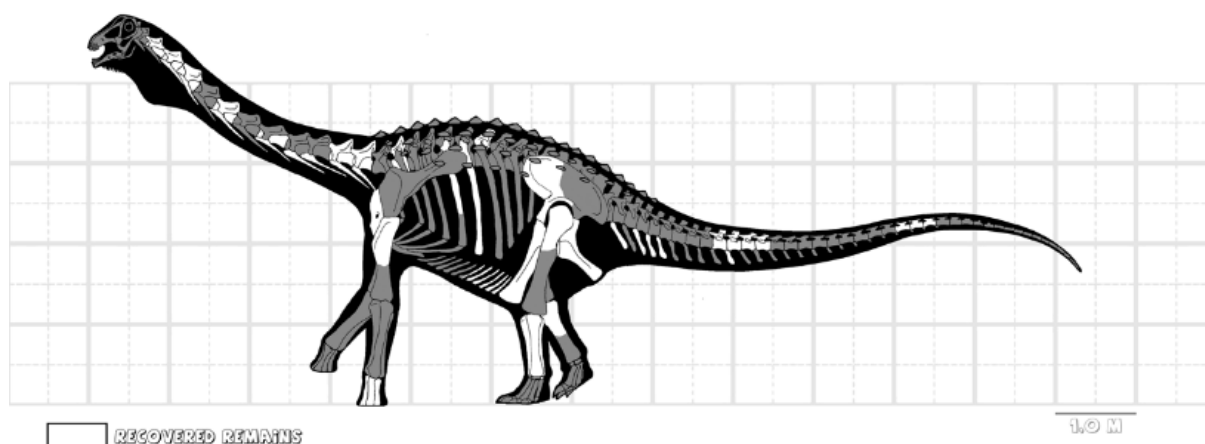


Figura 7 – Esquema representativo do holótipo do titanossauro do Triângulo Mineiro *Uberabatitan ribeiroi*. Arte de Felipe Alves Elias, disponível em <http://felipe-elias-portfolio.blogspot.com> (acesso em junho de 2018).

Em 1957, uma série de vértebras caudais foi descoberta no distrito de Peirópolis, região de Uberaba. Trata-se da última vértebra sacral articulada a dezoito vértebras caudais. A sequência encontra-se articulada e apresenta bom estado de preservação. O material foi descrito em 2005 por Kellner *et al.*, tratando-se do titanossauro *Baurutitan britoi* (Fig 8).

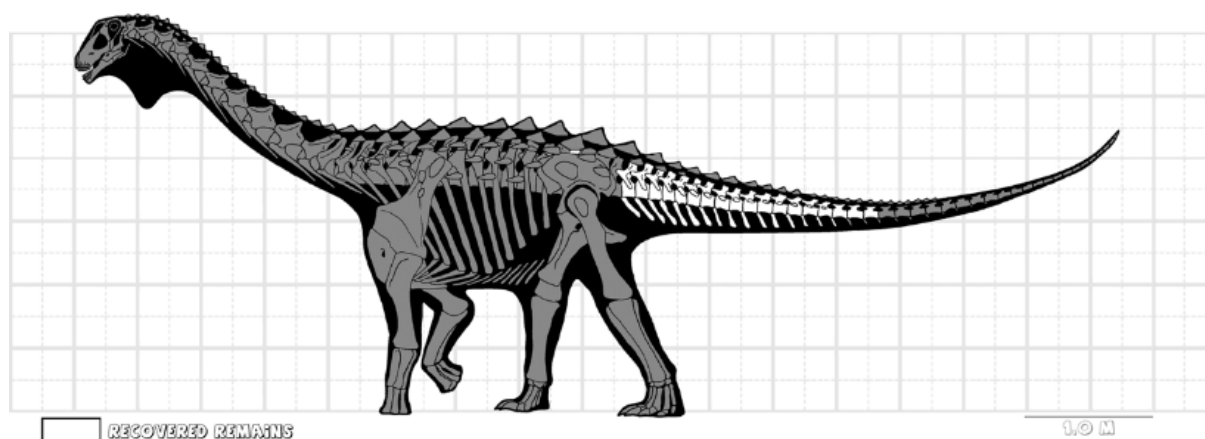


Figura 8 – Esquema representativo do holótipo do titanossaurídeo *Baurutitan britoi*. Arte de Felipe Alves Elias, disponível em <http://felipe-elias-portfolio.blogspot.com> (acesso em junho de 2018).

O outro Titanosauria provindo do Triângulo teve sua descoberta realizada em um afloramento cretácico às margens da rodovia BR-497 entre os municípios de Prata e Campina Verde. Foi desenterrado ali o holótipo do titanossaurídeo *Maxakalisaurus topai* (KELLNER et al., 2006). Os ossos ali encontrados apresentavam-se razoavelmente preservados, apresentando algum desgaste e quebra.

O material constituinte do holótipo inclui um fragmento da maxila, o primeiro a ser encontrado no Brasil em Titanosauria, cujos espécimes no país, não possuem elementos craniais, à notável exceção do *Tapuiasaurus macedoi* (ZAHER et al., 2011), cujo crânio encontrado é o mais completo dentre todos os Titanosauria. Há dentes ainda presentes em quatro dos cinco alvéolos preservados, sendo que nota-se a presença de dentes de substituição em dois deles. O espécime apresenta uma razoável quantidade de vértebras cervicais, doze delas no total, e todas se apresentam opistocélicas, ou seja, a concavidade dos centros vertebrais direciona-se à porção posterior do corpo do animal. Há também fragmentos das costelas cervicais, além de alguns espinhos neurais (KELLNER et al., 2006).

Quanto aos ossos da região posterior ao pescoço do animal, há um material fragmentário de sete vértebras dorsais, sendo que algumas estão acompanhadas de suas respectivas costelas. Também foram recuperados um espinho neural de uma vértebra sacral, um único centro vertebral sacral e seis vértebras caudais. Entre o material escavado também há vários arcos hemaais, a porção distal do ísquio esquerdo, além de fragmentos de ambas as escápulas e as duas placas esternais. No que diz respeito a membros locomotores, o exemplar dispõe de ambos os úmeros, o segundo e quarto ossos metacarpais, uma fíbula incompleta, um único osteoderma e vários fragmentos de ossos não identificados (KELLNER et al., 2006) (Figura 9).

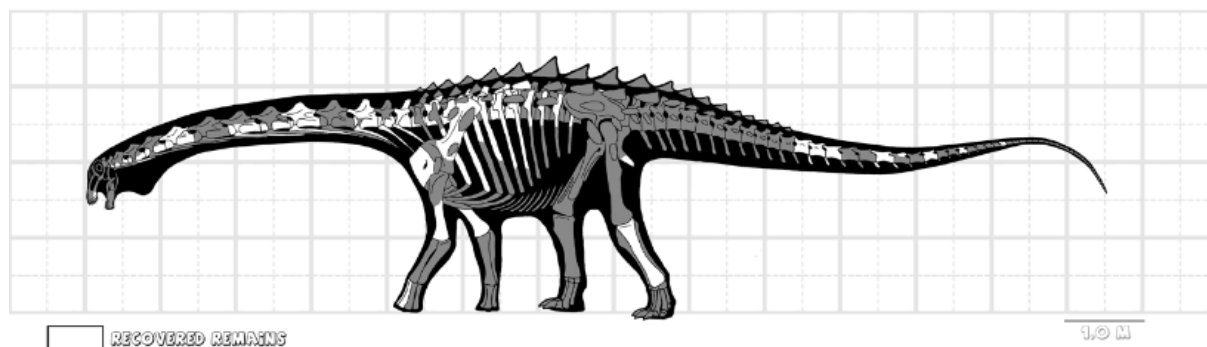


Figura 9 - Esquema representativo dos ossos que compõem o holótipo do titanossaurídeo *Maxakalisaurus topai*. Arte de Felipe Alves Elias, disponível em <http://felipe-elias-portfolio.blogspot.com> (acesso em junho de 2018).

Conforme se nota, muito embora o holótipo do *Maxakalisaurus topai* apresente uma quantidade razoável de ossos, várias estruturas anatômicas se apresentam bastante fragmentadas, e várias outras não foram encontradas. Devido a essa raridade de fósseis em bom estado de conservação, seria esperado que houvesse certa dificuldade na identificação de caracteres diagnósticos nesses materiais. Entretanto, não é assim. Devido ao fato de muitas vezes terem que trabalhar com material de qualidade bastante limitada, os pesquisadores se valem da análise minuciosa das estruturas presentes nos ossos disponíveis em seus mais intrincados detalhes. De fato, são capazes de identificar táxons com base em uma única vértebra, isso é especialmente verdade ao se trabalhar com o grupo Sauropoda (WILSON, 1999).

A identificação de táxons em Sauropoda se dá principalmente por meio da investigação de caracteres diagnósticos presentes nas vértebras, as quais são, de longe, a estrutura mais diagnóstica no grupo. Em verdade, a identificação de tais caracteres se tornou uma ciência encerrada em si só, pois dispõe de métodos padronizados a serem aplicados. As técnicas empregadas são deveras refinadas, sendo que os sistemas em uso permite a comparação direta entre os mais variados táxons, sejam eles filogeneticamente próximos ou não. Dentre as estruturas analisadas estão as lâminas vertebrais (WILSON, 1999) e as fossas

vertebrais (WILSON, 2011b), e ambas as estruturas, dentre outras, dão aos pesquisadores embasamento para propor novos táxons ou revisar aqueles já existentes.

1.1 - Os espécimes

Este trabalho tem por cerne a descrição de dois materiais de Titanosauria provenientes de afloramentos cretácicos no Triângulo Mineiro. Sendo o primeiro um conjunto de ossos sacrais de um titanossauro proveniente da localidade-tipo de *Maxakalisaurus topai*, e o segundo material uma escápula pertencente a um indivíduo do mesmo grupo.

Os ossos sacrais (Figura 10) foram descobertos em 2011 pela equipe do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Uberlândia. O material encontra-se ainda parcialmente encerrado na rocha proveniente do sedimento original que o soterrou. A descrição do material tomou por base os parâmetros estabelecidos por Wilson (1999, 2011b) para a nomenclatura e morfologia de vértebras de Sauropoda. Wilson (2011a), também consolida padrões de terminologia anatômica para a região sacral de dinossauros Sauropoda, padrões estes que servirão de apoio teórico primordial de modo a identificar caracteres chave que permitam sua comparação com outros titanossauros, principalmente com o táxon *Maxakalisaurus* (cujo sacro não foi recuperado quando de sua descoberta).



Figura 10 - Bloco de sedimento contendo a série de ossos sacrais. Detalhe nas costelas sacrais (CS) expostas.

A pelve é uma das regiões mais altamente modificadas em Sauropoda, contudo sua relevância taxonômica é bastante subestimada, pois se trata de uma estrutura extremamente complexa, cujas relações entre elementos não são facilmente estabelecidas (FILLIPINI *et al.*, 2017). Essas modificações se devem em grande parte a adaptações oriundas da notória robustez e porte desses animais, o que exige da região pélvica grande resistência (WILSON & CARRANO, 1999). A região sacral, em especial, trata-se de uma estrutura bastante ossificada, tal ossificação está fortemente relacionada ao estado ontogenético do animal, sendo que há uma estreita correlação entre o grau de ossificação e a idade do indivíduo, sendo estas duas grandezas diretamente proporcionais (WILSON, 2011).

Os ossos da estrutura em si tendem a se fundir, em especial as costelas sacrais, as quais se unem para formar, em indivíduos mais ontogeneticamente avançados, a união sacricostal (*sacricostal yoke*), como visto em *Argentinosaurus* (BONAPARTE & CORIA, 1993), *Tastavinsaurus* (CANUDO *et al.*, 2008), *Opisthocoelicaudia* (BORSUK-BIALYNICKA, 1977) e outros titanossauros. Em um indivíduo completamente desenvolvido, o sacro é uma estrutura quase inteiriça, capaz de suportar as enormes forças que agem sobre

ele durante a vida do animal, em especial os animais maiores, dado seu estilo graviportal de locomoção (COOMBS, 1978).

O registro fóssil em Sauropodomorpha demonstra, no tocante à região sacral, uma importante, e clara, tendência à incorporação de elementos ósseos, tornando toda a estrutura mais sólida. Tais adições são taxonomicamente muito importantes em não só os Sauropoda, mas em Dinosauria, em seus três principais clados: Theropoda, Ornithischia e Sauropodomorpha (POL *et al.*, 2011). O número de elementos anatômicos presentes, a despeito de seus caracteres morfológicos, identificam importantes clados (SALGADO *et al.*, 1999). O número de vértebras, e consequentemente costelas sacrais é um meio de classificação, pois há um padrão em cada diferente táxon.

Sauropodomorpha basais, tais como *Plateosaurus*, apresentam apenas três vértebras sacrais, sendo que este número foi aumentando à medida que animais mais derivados foram surgindo (MOSER, 1837). O vulcanodontídeo *Vulcanodon*, um dos saurópodes mais basais possuía em seu sacro, quatro vértebras, por meio de adição dorsal (RAATH, 1972).

Em Titanosauria, o táxon mais derivado, o número esperado de vértebras sacrais é seis, sendo a mais recente incorporação, uma vértebra dorsal cuja costela fundiu-se ao ílio (WILSON, 2011). No entanto, animais de posição mais apical no clado, a exemplo de *Neuquensaurus*, possuíam sete vértebras sacrais, tendo sido incorporada ao conjunto, uma vértebra caudal. Essas adições se configuram por meio da fusão da costela das vértebras em questão ao ílio. Vértebras adicionadas apresentam costelas com uma morfologia similar às costelas das vértebras da região de origem (SALGADO *et al.*, 2005).

O espécime pertinente a este trabalho apresenta características morfológicas e tafonômicas importantes que dão suporte à sua associação plausível com o indivíduo designado holótipo de *Maxakalisaurus topai*.

O segundo material aqui descrito trata-se de uma escápula esquerda de Titanossauro, a qual foi coletada no ano de 2015 às margens da rodovia BR 364, em um trecho localizado entre as cidades de Campina Verde e Gurinhatã. No local existe um afloramento do Membro Echaporã da Formação Marília, sendo assim representativa do Cretáceo Superior. O material encontra-se depositado no Museu de Biodiversidade do Cerrado e foi mecanicamente preparado.

A escápula apresenta um nível de preservação razoável, sendo possível discernir diversos aspectos de sua anatomia. Quanto a suas características tafonômicas, está claro que houve prolongada exposição às intempéries antes de ocorrer o soterramento, a superfície do osso encontra-se perfurada, o que denota a atividade de animais saprófagos. Essas perfurações demonstram feições típicas daquelas feitas por larvas de artrópodes, em especial alguns Coleoptera (HÖPNER; BERTLING, 2017).

A escápula foi encontrada isolada, o coracóide não estava presente, o que limita bastante sua relevância taxonômica. A escápula em si, no tocante a Sauropoda, não é um osso muito diagnóstico, sendo que ele apresenta variações morfológicas até mesmo dentro de uma mesma espécie, quiçá entre machos e fêmeas. Há uma importante controvérsia em torno da escápula, especificamente no que se refere a sua inserção no esqueleto do animal. É fato que, devido à posição dos membros locomotores dianteiros nesses animais, a articulação do ombro se dá em uma angulação bastante única (SCHWARZ *et al.*, 2007).

Não há um consenso quanto a essa angulação mas ela gira em torno de 55 a 65 graus em relação ao plano horizontal. Muito embora as reconstituições de esqueletos de Saurópodes serem feitas com base em esqueletos de amniotas viventes, cuja locomoção graviportal possa ser comparada a animais fósseis, os Saurópodes eram animais extremamente especializados e possuíam adaptações únicas em seus esqueletos (SCHWARZ *et al.*, 2007).

1.2 - Contexto geológico e localização

Os ossos sacrais em questão foram encontrados em um afloramento cretácico que foi exposto em decorrência de obras na Rodovia BR-497, que liga os municípios de Prata e Campina Verde, ambos pertencentes ao estado de Minas Gerais. O local das escavações se encontra a cerca de 45km a oeste da cidade de Prata (KELLNER *et al.*, 2006). Esse

afloramento é parte da formação Adamantina (Figura 11), a qual por sua vez, compõe o Grupo Bauru.



Figura 11 – Localidade tipo de *Maxakalisaurus topai*. A formação Adamantina encontra-se abaixo da linha pontilhada, enquanto que acima da mesma está o membro Echaporã da Formação Marília. O material aqui descrito foi retirado do local marcado pela elipse branca. O mapa acima e à direita da imagem representa a região do Triângulo Mineiro, a oeste do estado de Minas Gerais, em laranja está representada a extensão da Formação Adamantina na região. Escala: 100 km.

A Bacia Bauru trata-se de uma das deposições do Cretáceo mais importantes e prolíficas em fósseis de todo o Brasil, sendo que sua extensa área de abrangência (cerca de 370000 quilômetros quadrados) inclui estados do sudeste, centro-oeste e sul do país, chegando até mesmo à porção nordeste do Paraguai (FERNANDES; COIMBRA, 1996). A Bacia Bauru tem sua origem intimamente ligada à fragmentação do supercontinente Gondwana, mais especificamente às atividades de tectonismo e derrames de lava basáltica efetivamente envolvidos nesta ruptura.

A Bacia Bauru (Figura 12) encontra-se subdividida em dois grandes grupos, quais sejam: o Grupo Caiuá, o qual compreende as formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio, sendo que o grupo pertence às idades Cenomaniana-Turoniana, e o Grupo Bauru,

composto por sua vez pelas formações Adamantina, Uberaba e Vale do Rio do Peixe e situa-se entre as idades Turoniana-Maastrichtiana (DIAS-BRITO et al., 2001).

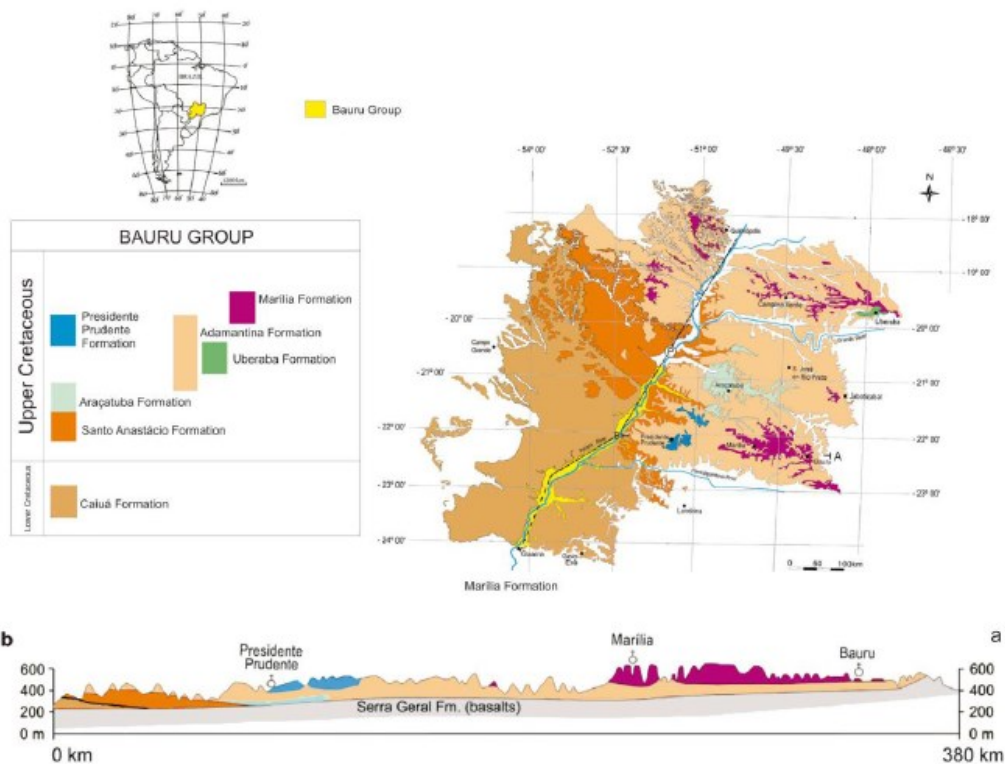


Figura 12 - Mapa geológico da Bacia Bauru, nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná e partes do Paraguai, contemplando suas diferentes unidades estratigráficas (retirado de Brusatte, Candeiro & Simbras 2017).

Quanto à sua composição geológica, a Formação Adamantina é formada por arenitos vermelhos de granulometria variando entre fina e muito fina. Há também a presença de conglomerados intraformacionais (Goldberg & Garcia, 2000), que são o agrupamento por meio de um cimento de clastos contemporâneos rolados, formando uma estrutura consolidada em determinada camada deposicional (SUGUIO, 1980).

O topo da unidade deposicional apresenta o intercamamento entre conglomerados diversos, camadas de arenito de granulometria fina a média de estratigrafia cruzada e concreções carbonáticas nodulares e horizontais, as quais se tornam mais grosseiras

(granulometria mais grossa) à medida que se aproximam do topo (GOLDBERG; GARCIA, 2000).

A escápula cerne deste trabalho, por sua vez, foi desenterrada em um afloramento do Membro Echaporã da Formação Marília, exposto às margens da Rodovia BR 364, entre as municipalidades de Gurinhatã e Campina Verde (Figura 13). A Formação Marília, embora possua uma extensão bem menor do que a Formação Adamantina, é bastante produtiva em relação a fósseis, especialmente Titanossauros (BERTINI *et al.*, 2001).

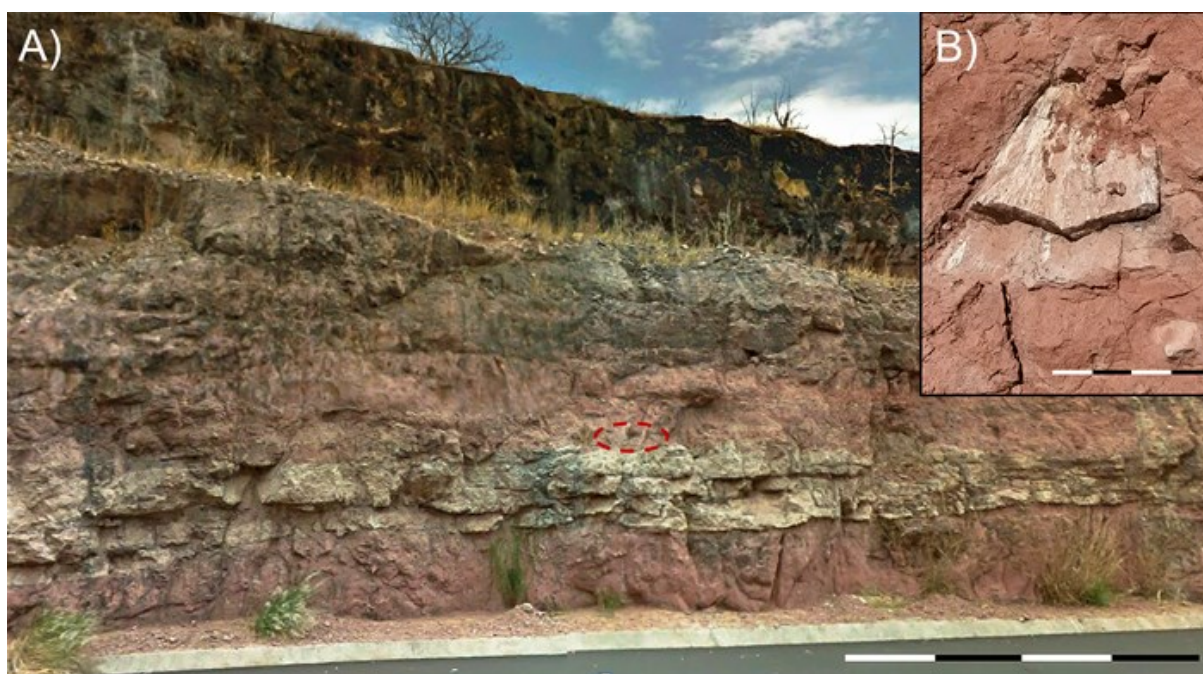


Figura 13 – A) Vista do afloramento do Membro Echaporã da Formação Marília às margens da Br 364. A elipse vermelha destaca o nível do arenito de onde foi recuperada a escápula. Escala: 2m. B) Lâmina escapular antes de ser removida. Escala: 10 cm.

A Formação Marília, de idade maastrichtiana (cerca de 70 milhões de anos), tem como principal característica o alto conteúdo de cimento carbonático em seus sedimentos (conglomerados, arenitos médios e siltitos). Esta Formação é subdividida nos membros Echaporã, Serra da Galga e Ponte Alta. As rochas da Formação Marília no Triângulo Mineiro podem ser classificadas como litoarenito carbonático (menos de 50% de carbonato), marga

(50% de carbonato e 50% siliciclástico), calcário arenoso (entre 50 a 80% de carbonato) e calcário puro (+ 80% de carbonatos). Os conglomerados apresentam-se cimentados principalmente por CaCO_3 (calcretes) e subordinadamente por SiO_2 (silcretes) (BATEZELI, 2003).

O Membro Echaporã da Formação Marília ocorre na parte superior de espigões regionais, nas margens leste e norte da Bacia Bauru, sustentando planaltos escarpados, digitiformes, mais expressivos nas regiões dos municípios de Marília, Echaporã, Monte Alto (SP) e em Campina Verde (MG). Tem as maiores espessuras em São Paulo, onde alcança até 180 m (ALMEIDA et al. 1980), e aflora também no sul do estado de Goiás.

Este membro tem contatos graduais e interdigitados com a Formação Adamantina e com os demais membros da Formação Marília (Serra da Galga e Ponte Alta). O Membro Echaporã é constituído por arenitos finos a médios, imaturos, de coloração bege a rosa, com frações grossas em quantidades subordinadas, e dispostos em 21 estratos tabulares de aspecto maciço, com espessura média em torno de 1 m (até 2,5 m), limitados por superfícies planas sub-horizontais (FERNANDES & COIMBRA, 2000).

Na base dos estratos pode ocorrer discreta concentração de clastos e no topo são comuns zonas de maior desenvolvimento de nódulos e crostas carbonáticas ricas em bioturbações animais (galerias e tubos) e vegetais (rizoconcreções), assim como intercalações de delgadas lentes de lamitos arenosos amarronzados. Arenitos com cimentos carbonáticos alternam-se aos níveis de arenitos friáveis. O membro Echaporã corresponde a partes distais de leques aluviais, acumuladas sobre depósitos de lençol de areia e de planícies fluviais entrelaçadas de deserto, em contexto deposicional predominantemente eólico (FERNANDES, 2010).

2 - OBJETIVOS

Tendo em vista a primordial relevância do táxon Sauropoda para a paleontologia como um todo, e salientada por sua prevalência no registro fóssil, e portanto sua inferida importância no cenário paleoecológico no Brasil e no mundo, este trabalho tencionou agregar informações oriundas da descrição de um conjunto de ossos sacrais descobertos em 2011 e que possuem potencial para serem associados ao espécime-tipo do titanossauro *Maxakalisaurus topai*. Também consta a descrição anatômico-morfológica de uma escápula esquerda de titanossauro. A descrição dos materiais foi realizada tomando por embasamento teórico os métodos científicos padronizados citados anteriormente, além de comparações diretas com exemplares de animais pertencentes a outros táxons pertinentes.

3 - METODOLOGIA

O bloco de arenito retirado do afloramento às margens da BR 497, e que contém um dos espécimes aqui descrito está localizado nas dependências do Laboratório de Paleontologia vinculado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia. A descrição do espécime se deu levando em consideração as porções da pelve do animal que expostas no bloco, sendo que esta exposição se deu em decorrência de sessões de preparação prévias. O material exposto possui notáveis características que reforçaram a hipótese de sua associação ao espécime tipo *Maxakalisaurus topai*. A escápula, muito embora não seja um material diagnóstico, possui características importantes que agregarão ao conhecimento prévio deste osso. Comparações anatômicas foram realizadas com embasamento teórico em diversos trabalhos descritivos de animais componentes do clado Sauropodomorpha (principalmente Titanosauria) pertinentes ao estudo.

4 - DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

4.1 - Ossos sacrais

Os elementos sacrais aqui descritos foram coletados em 2011 pela equipe do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Uberlândia no mesmo local e horizonte de proveniência da série-tipo do titanossauro Aeolosaurini *Maxakalisaurus topai* Kellner *et al.*, 2006, em uma camada da Formação Adamantina situada cerca de 50 cm abaixo do contato com o nível de paleossolo mais basal do Membro Echaporã da Formação Marília e exposto junto à rodovia BR-497 no município de Prata, Minas Gerais.

O material encontra-se depositado na coleção paleontológica do Museu da Biodiversidade do Cerrado. O espécime consiste de quatro costelas sacrais expostas, sendo a mais anterior cerca de 25% mais larga do que a segunda e terceira costelas, as quais possuem tamanho razoavelmente equivalente, esta morfologia é condizente com o esperado em titanossaurídeos (KELLNER & AZEVEDO, 1999).

Notavelmente, este material sacral foi encontrado em associação a icnofósseis de invertebrados, os quais estavam presentes no arenito encaixante, tratando-se de estruturas tubulares as quais encontravam-se preenchidas por fragmentos ósseos. Foram identificados dois icnotáxons, quais sejam: *Palaeophycus* Hall, 1847 e *Planolites* Nicholson, 1873 (CARRIJO *et al.*, 2012). A presença desses icnofósseis vem reforçar as condições tafonômicas do material, o qual sofreu exposição antes do soterramento.

O espécime tem exposta a vista ventral das costelas sacrais (Fig. 14). Todas as costelas expandem-se lateralmente e possuem delgadas extremidades proximais e distais, como visto em *Titanosaurus colberti* (SANTUCCI & BERTINI, 2004), estas se contatando de modo a denotar uma série de fontanelas, mas sem fusão mútua, ou seja, a união sacricostal (sacricostal

yoke), em que as costelas sacrais se fusionam, formando uma superfície contínua como uma placa óssea, conferindo a toda a estrutura uma maior resistência, não se deu. Esse baixo grau de fusão é altamente indicativo de que o indivíduo não era, quando de sua morte, ontogeneticamente avançado.

A borda anterior da primeira e maior costela sacral é notavelmente côncava e seu eixo é torcido, enquanto as costelas posteriores têm borda anterior quase linear e suas expansões proximais e distais encontram-se no mesmo plano. Apesar de apenas um fragmento do ílio estar preservado, pode-se notar que ao menos a primeira costela sacral estende-se dorsalmente para além da margem dorsal do ílio. Esta feição é típica dos Sauropoda Macronaria de posição mais apical (CARBALLIDO & SANDER, 2014).

A morfologia da primeira costela sacral preservada é compatível com a segunda costela sacral dos Eutitanosauria, grupo este que apresenta, minimamente, seis vértebras sacrais por acréscimo de uma vértebra dorsal às cinco vértebras sacrais originais dos Eusauropoda. Portanto, a segunda vértebra (e costela) sacral dos Eutitanosauria é homóloga à primeira vértebra (e costela) sacral dos Eusauropoda de posicionamento mais basal. De fato, a primeira costela sacral dos Eutitanosauria é delgada e longa, similar a uma costela dorsal regular, e esta não se encontra preservada no material aqui apresentado. Os caracteres acima indicam, portanto, que o sacro parcial aqui descrito trata-se de um Eutitanosauria. Os ossos apresentam o mesmo grau de preservação, textura e coloração que a série-tipo de *M. topai* e são compatíveis em tamanho com o único material sacral resgatado para este táxon: um centro parcial atribuído à quinta vértebra sacral e um arco neural parcial, ausentes no espécime.

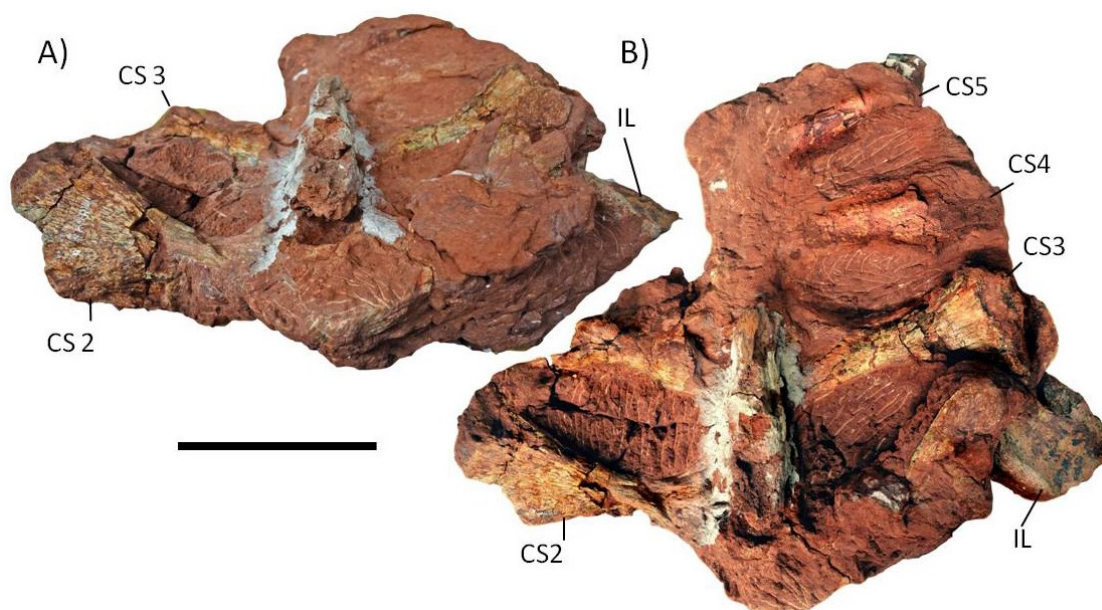


Figura 14 – O espécime aqui estudado em vista anterior (A), e ventral (B). Estão apontadas as costelas sacrais (CS), a numeração representa qual elemento ósseo está apontado, por exemplo, CS2 é a segunda costela sacral. Escala: 20cm.

4.1.1 - COMPARAÇÕES

Em uma comparação direta com uma espécie pertencente a um clado mais basal, a exemplo do Neosauropoda *Haplocanthosaurus* Hatcher, 1903, da qual se conhece indivíduos juvenis (FOSTER & WEDEL, 2014), pode-se notar a homologia entre a primeira costela sacral deste animal com a segunda costela sacral em Eutitanosauria (Fig. 15). Nota-se a estrutura, bastante robusta, do elemento ósseo em ambos os espécimes. Muito embora sejam expandidas ambas as extremidades das costelas, a expansão distal é bastante pronunciada. Há certa divergência em relação à denominação das costelas sacrais, pois há autores que classificam a estrutura como parapófises das vértebras sacrais (BORSUK-BIALYNICKA, 1977; BONAPARTE, 1986). O mais usual, entretanto, é classificar toda a estrutura como costela sacral, conforme figura no trabalho de Wilson, 2011, padrão este adotado neste trabalho.

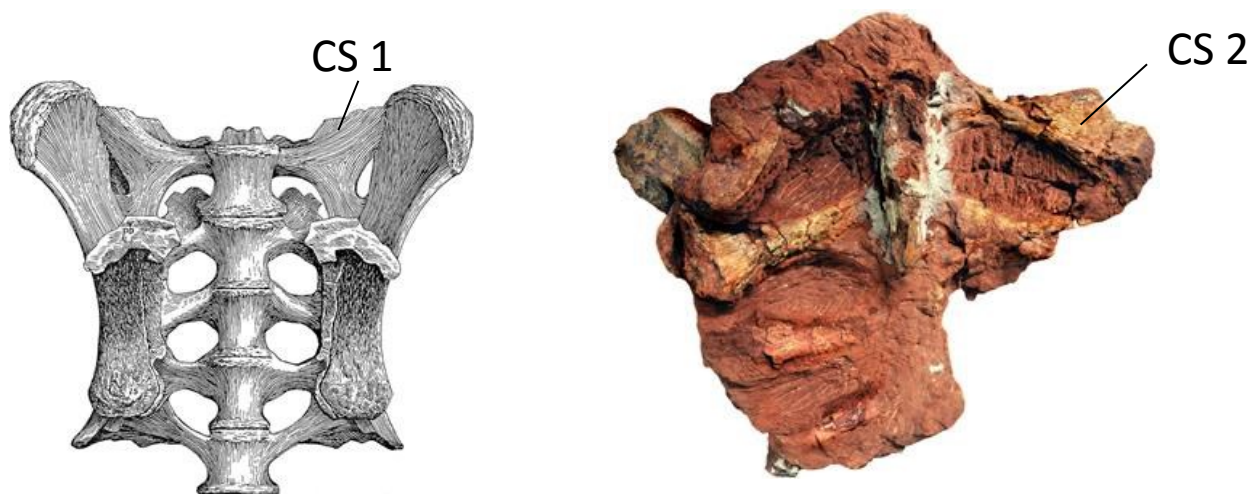


Figura 15- Expostos lado a lado, a pelve de *Haplocanthosaurus* e o espécime cerne deste trabalho. Nota-se a morfologia da primeira costela sacral em Neosauropoda (CS 1), bastante similar à primeira costela preservada no espécime, indicativo de que a mesma é a segunda costela sacral (Modificado de Hatcher, 1903).

Comparações com espécimes de classificação mais apical, Titanossauros, permitem observar diretamente as consequências da adição de elementos ósseos à região pélvica. Vértébras passam a integrar a estrutura do sacro quando suas costelas se fusionam ao ílio, e adições mais recentes ainda preservam a morfologia das vértebras/costelas da região de origem. Campos & Kellner, 1999, descreveram três pelves de titanossauro do Cretáceo do Brasil. É possível comparar diretamente a morfologia da primeira costela sacral preservada no espécime aqui descrito com a da segunda costela dos espécimes constantes do supracitado trabalho, em específico o exemplar mais completo, denominado MTC 1536-R (Fig. 16). É notável a semelhança morfológica, o que vem reforçar o fato de a segunda vértebra/costela

sacral em titanossauros é homóloga à primeira em grupos mais basais como Neosauropoda.

Essa semelhança aproxima bastante o espécime ao holótipo de *Maxakalisaurus topai*.

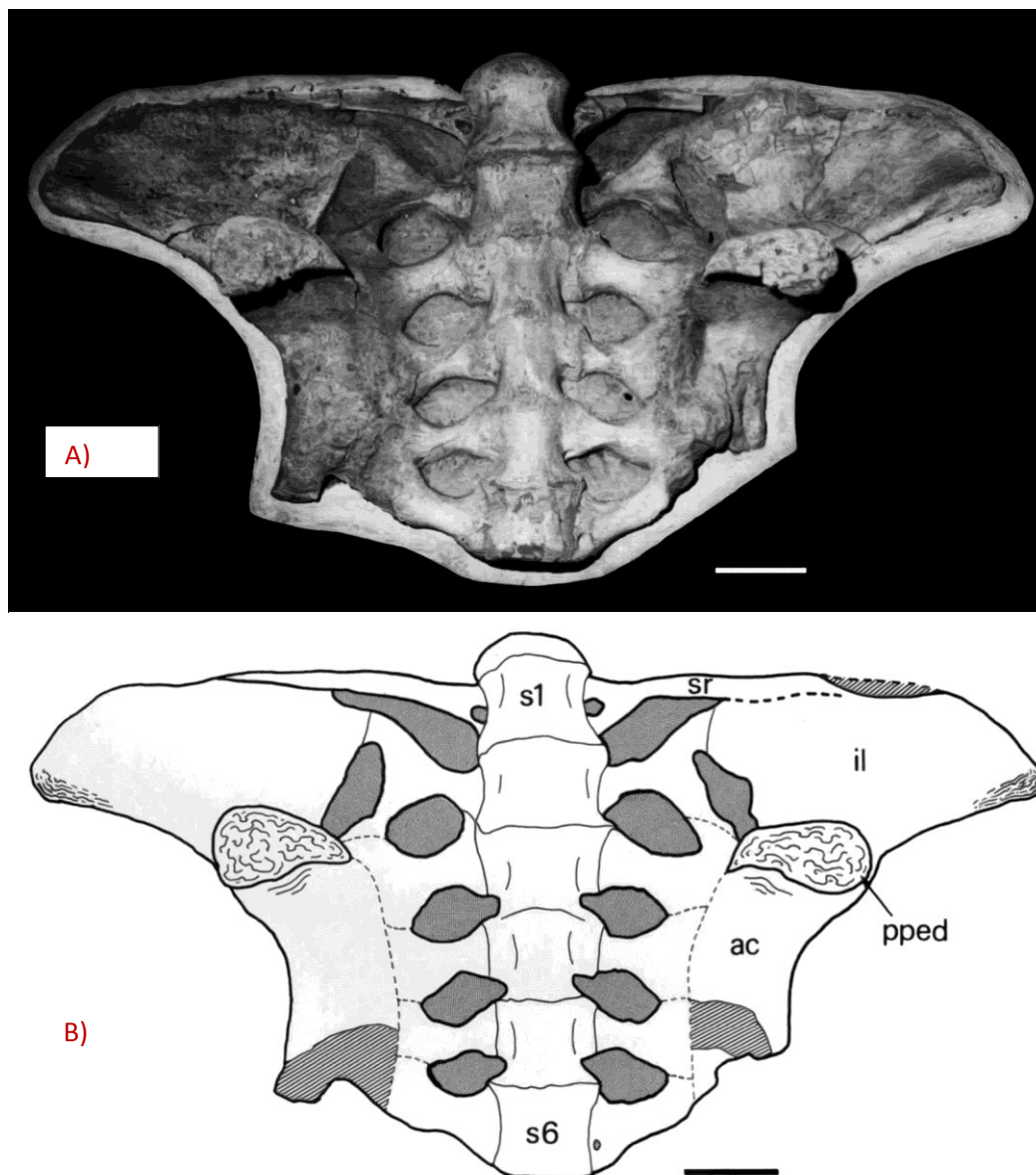


Figura 16 – Pelve MCT 1536-R (Museu de Ciências da Terra, RJ) proveniente do Membro Serra da Galga da Formação Marília em Peirópolis, Uberaba-MG. A) Vista ventral do espécime. B) Ilustração esquemática. Abreviaturas: ac-acetabulo, il-íleo, pped-pedúnculo, púbico, s-vértebra sacral, sr- costela sacral. Escala: 10 cm. Modificado de CAMPOS & KELLNER, 1999.

De igual importância para a associação deste espécime com *M. topai* é o estado ontogenético dos espécimes. As costelas sacrais, conforme exposto acima, não apresentam um grau de fusão expressivo, além de seu tamanho ser compatível com o holótipo *M. topai*. A não presença da união sacricostal é forte indicador de que o animal não desenvolveu a maturidade óssea quando de sua morte.

Por sua vez, o indivíduo *M. topai* também apresenta características indicativas de que seu desenvolvimento ontogenético não era avançado. O grau de fusão entre os elementos ósseos é baixo, em especial a fusão dos arcos neurais aos centros vertebrais, a qual não ocorreu completamente. As vértebras cervicais de *M. topai* ainda apresentam claramente a sutura neurocentral (Fig 17), a qual, em animais mais velhos, acaba desaparecendo devido à remodelação óssea natural que ocorre em decorrência do próprio desenvolvimento do animal, sendo uma característica importante ao se determinar ontogenia em arcossauros (BROCHU, 1996).

Caracteres como esse podem determinar a ontogenia sem a necessidade da comparação apenas através do tamanho, o qual, em vertebrados fósseis não é o melhor indicativo, dado o pequeno número amostral que não permite comparações mais extensivas, as quais poderiam revelar diferenças entre indivíduos de uma mesma espécie, ou mesmo diferentes morfologias entre animais machos e fêmeas (IRMIS, 2007).

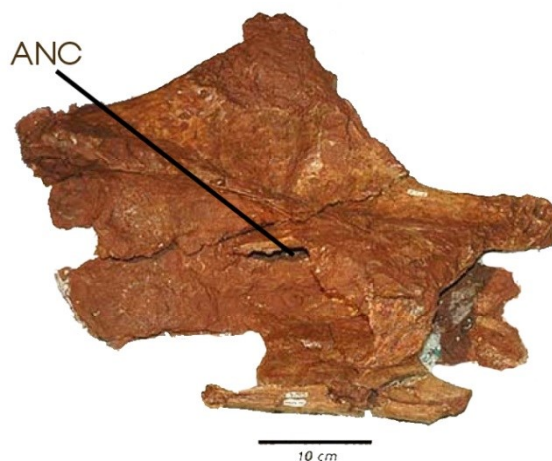


Figura 17 – Vértebra cervical do holótipo *M. topai* Kellner *et al.*, 2006. Em destaque está a articulação neurocentral (ANC), a qual ainda se demonstra pouco fusionada, denotando a imaturidade do indivíduo (Modificado de Kellner *et al.*, 2006).

Um terceiro aspecto importante que conecta este espécime ao indivíduo tipo *M. topai* é o tafonômico. Ambos foram retirados do mesmo horizonte estratigráfico, na mesma localidade e, conforme descrito por Kellner *et al.*, 2006, o material apresenta características preservacionais congruentes com o espécime aqui descrito, e mesmo aspectos mais superficiais, como a coloração, dão suporte à associação entre os dois materiais.

O espécime tipo *M. topai* apresenta sinais contundentes de exposição antes do soterramento, como a presença de rachaduras na superfície, além de fraturas longitudinais. O material também apresenta as marcas típicas causadas por animais saprófagos. Há, no material, marcas de dentes condizentes com a fauna de hábito oportunista, como terópodes, cujos dentes foram encontrados em associação ao material (KELLNER *et al.*, 2006.).

Os elementos sacrais aqui descritos apresentam as mesmas feições tafonômicas que o holótipo, possuem o mesmo craquelamento na superfície dos ossos, além de fraturas longitudinais condizentes com o encontrado no material-tipo *M. topai* (Fig 18). De forma similar ao espécime tipo, as costelas sacrais se encontram associadas, mas não completamente

articuladas, tendo sofrido exposição prolongada de maneira similar ao holótipo. Essa associação é indicativa que, como *M. topai*, esse material não sofreu transporte e se trata de um material autóctone provindo do mesmo horizonte que o holótipo.



Figura 18 – Vértebra dorsal anterior de *M. topai* em vista posterior. É possível notar claramente as rachaduras no material, bem como fraturas. Ambas as características tafonômicas estão presentes no material aqui descrito (Modificado de Kellner *et al.*, 2006).

4.2 - Escápula

Apresentamos também uma escápula esquerda (Figura 19), parcialmente preservada, coletada em um afloramento às margens da rodovia BR 364, entre as cidades de Campina Verde e Gurinhatã. Ali está exposto o membro Echaporã da formação Marília. Quanto a seu

estado de preservação, na superfície óssea da escápula encontram-se diversas perfurações, indicativas de saprofagia (HÖPNER; BERTLING, 2017), o que denuncia um longo período de exposição ao ambiente antes do soterramento. O material encontra-se depositado no Museu de Biodiversidade do Cerrado-UFU.



Figura 19: Escápula esquerda em suas quatro vistas, respectivamente, da esquerda para a direita,: Anterodorsal, Lateral, Posteroventral e Medial. Escala: 10cm

A extremidade distal do espécime possui 28 cm de largura, e, se estivesse completa, não ultrapassaria 30cm. O comprimento preservado da escápula (38 cm), estimadamente representaria dois terços do comprimento total do osso. A lâmina escapular possui 12 e 14 cm, em suas porções distal, e proximal respectivamente. A margem do acrômio encontra-se

danificada, mas nota-se que ele não se estenderia anteriormente além da articulação com o coracóide.

4.2.1 - Comparações

O acrômio possui feições quadradas, diferente do encontrado em animais como o *Lithostrotia Muyelensaurus* (CALVO *et al.*, 2007) (Fig. 16) ou o *Longkosauria Mendozasaurus* (RIGA, 2013). O acrômio é côncavo lateralmente, formando assim uma fossa larga para a inserção de dois músculos, quais sejam: *m. deltoideus scapularis*, o qual é delimitado por uma pronunciada crista deltoide, e também *m. trapezius* (OTERO, 2018).

A porção glenóide é mais curta do que a superfície articular do coracóide, e se orienta posteroventralmente, havendo uma deflexão medial e um afunilamento posterior. Na base posterior da lâmina escapular há um tubérculo bastante destacado, similar ao encontrado no *Somphospondyli africano basal Angolatitan* (MATEUS *et al.*, 2011) (Fig 20), e possivelmente origem do *m. triceps brachii caput scapulare* (OTERO, 2018). A borda posteroventral da escápula é reta, enquanto que a anterodorsal é sigmóide.

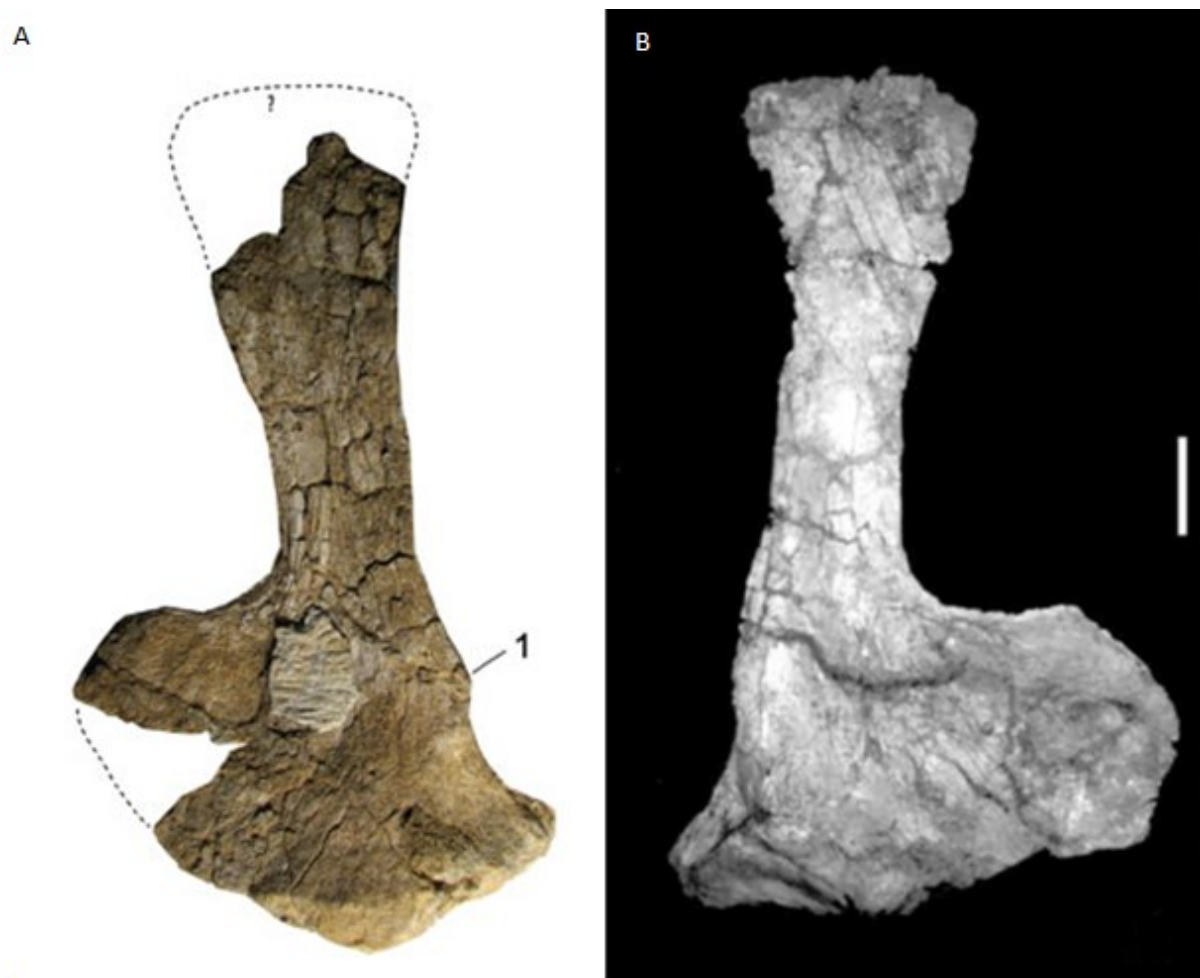


Figura 20 – A) Escápula direita do Somphospondyli *Angolatitan adamastor*. Em 1, nota-se o tubérculo bem proeminente na base do osso, bastante similar ao do espécime aqui descrito. (Modificado de MATEUS *et al.*, 2011). B) Escápula direita do titanossauro *Lithostrotia Muyelensaurus pecheni*. Nota-se que as feições do acrômio se apresentam mais suaves do que o espécime em estudo. Escala: 10 cm (modificado de CALVO *et al.*, 2007)

A curvatura anterodorsal é margeada por um entalhe moderadamente raso na base da lâmina escapular, causando uma leve divergência entre as bordas, símile ao encontrado nos titanossauros Saltasauroidea *Saltasaurus* (CARBALLIDO *et al.*, 2011) e *Isisaurus* (JAIN; BANDYOPADHYAY, 1997). Essa forma é distinta das feições fortemente sigmoidais oriundas de um entalhe mais profundo na base da lâmina, encontradas em outros Saltasauroidea, como *Neuquensaurus* (OTERO, 2010). Medialmente, no entalhe, há um tubérculo pronunciado similar à proeminência dorsal na face interna da escápula de animais

como *Aeolosaurus*, *Neuquensaurus* e *Saltasaurus* (Figura 21). Os caracteres presentes apontam para uma identidade Saltasauroida.

As dimensões apresentadas pelo espécime foram linearmente comparadas a um titanossauro cuja escápula se tenha descrito. No caso, o Titanosauria *Dreadnoughtus schrani* (LACOVARA *et al.*, 2014), o qual está relacionado ao clado Aeolosaurini, ou seja, está incluso em Saltasauroida, cuja escápula mede cerca de 1,74 metros de comprimento, sendo que o comprimento corporal do animal é de 26 metros. A comparação linear direta, sem o uso de multivariáveis, daria ao indivíduo a quem pertencia esta escápula um comprimento de cerca de 8 a 12 metros, uma medida bastante razoável quando comparada aos demais titanossauros do Grupo Bauru.

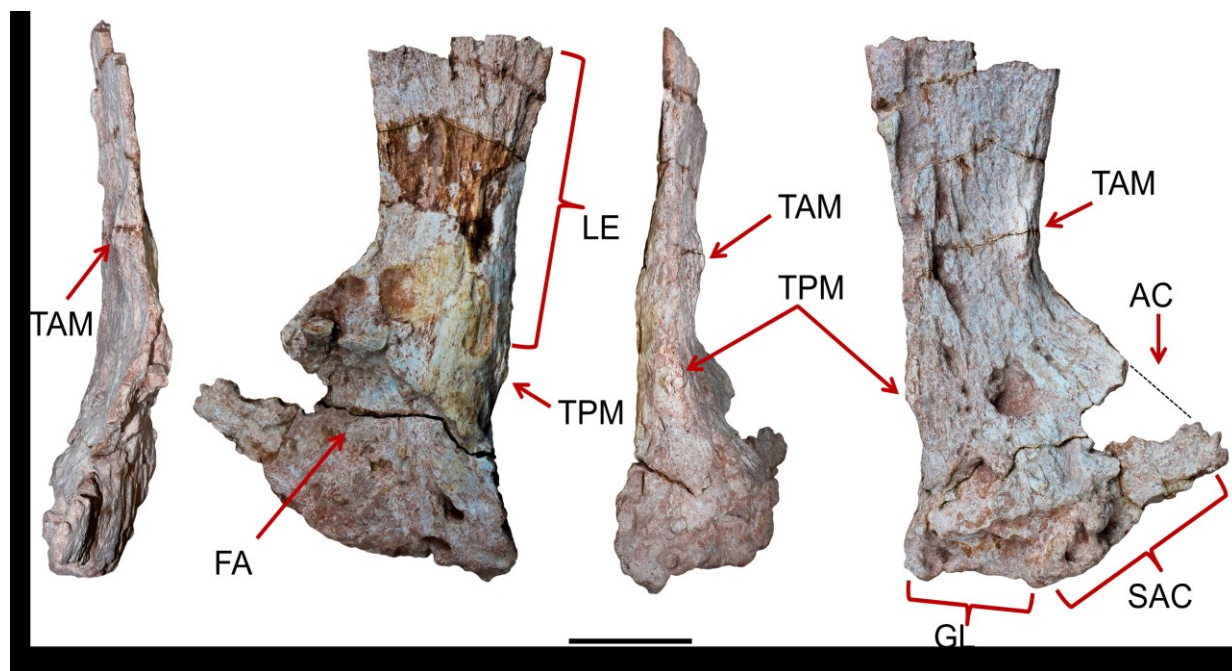


Figura 21 - As quatro vistas da escápula, da esquerda para a direita: anterodorsal, lateral, posteroventral e medial. Abreviaturas: AC: acrômio, FA: foramen acromial, GL: porção glenóide, LE: lâmina escapular, SAC: superfície articular para o coracóide TAM: tubérculo anteromedial (para o *m. levator scapulae* e *m. trapezius*), TPM: tubérculo posteromedial (para o *m. triceps brachii caput scapulare*). Escala: 10 cm.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espécime, constituído por uma série de costelas sacrais preservadas em associação, em uma vista ventral, foi analisado e comparado com o espécime tipo da espécie *Maxakalisaurus topai* (Kellner *et al.* 2006). A análise consistiu da descrição anatômica do material, após a qual foram identificadas feições típicas do clado Eutitanosauria, especialmente a morfologia da primeira costela sacral preservada no espécime, e sua associação com o fragmento do osso ílio, presente no material. Embora, não seja um táxon muito inclusivo, aponta para o vínculo entre os elementos sacrais e o espécime-tipo *M. topai*.

A descrição anatômica e morfológica do espécime trouxe à tona um de seus mais importantes aspectos, trata-se de um indivíduo cuja ontogenia não era muito avançada, possivelmente se tratando de um indivíduo não-adulto, condição esta bastante rara no registro fóssil em Sauropodomorpha. O grau de fusionamento observado no espécime é bem baixo, nota-se que, quando de sua morte, as costelas sacrais do indivíduo ainda não haviam se unido, formando a união sacricostal (sacricostal yoke), forte indicativo da imaturidade do indivíduo.

Esse indício de imaturidade corrobora a associação deste material com o holótipo *M. topai*, o qual também apresenta robustos indícios de imaturidade, indícios estes a despeito do tamanho do indivíduo. É possível notar, após análise de vértebras cervicais do espécime tipo, que a fusão neurocentral, bom indicativo de ontogenia em arcossauros em geral, não havia se dado, ou seja, indicativo de que o holótipo também se trata de um animal não adulto.

Outro importante argumento em favor da associação dos dois materiais é o aspecto tafonômico dos espécimes. Ambos provêm do mesmo horizonte estratigráfico e apresentam estado de conservação bastante similar. Os espécimes sofreram bastante exposição antes do soterramento, conforme evidenciado pelo craquelamento da superfície óssea, além de ambos

possuírem rachaduras longitudinais significativas nos ossos. Isso implica que os materiais foram expostos a condições ambientais similares antes de sofrerem os processos de diagênese. Não há, em nenhum dos espécimes, indícios de que tenham sofrido transporte. Há, no material tipo, indícios de pisoteio, mas os ossos encontram-se associados. Os elementos sacrais também encontram-se associados. Em uma análise mais superficial, a coloração também é condizente entre os dois espécimes.

A escápula em si, embora não seja um material muito diagnóstico, apresenta importantes características anatômicas que a aproximam do clado Saltasauroida, em especial a presença do entalhe à base da lâmina escapular e o tubérculo presente na face interior do osso. Muito embora o clado ainda seja bastante inclusivo, análises posteriores e comparações com outros animais deverão esclarecer melhor a posição do espécime na filogenia do grupo.

As perfurações presentes na superfície do osso também são de grande valia para o desvendar o cenário paleoecológico em que estava inserido o indivíduo em questão.

6 - CONCLUSÃO

Haja vista as evidências acima expostas, é bastante plausível concluir que este material sacral é parte integrante do mesmo indivíduo designado como holótipo do titanossauro *Maxakalisaurus topai*. Apesar das características elencadas no decorrer deste trabalho, a preparação do espécime ainda não se consumou por completo. No entanto, tais aspectos se mostram contundentes o suficiente para essa associação seja proposta, e ao final da preparação, mais resultados hão de corroborá-la ainda mais.

O fato de este espécime possivelmente se tratar de um juvenil é de grande valia para a compreensão do desenvolvimento ontogenético dos indivíduos pertencentes a Sauropodomorpha, já que o grupo carece de séries ontogenéticas devido à raridade de indivíduos não adultos no registro fóssil. Além disso, é a evidência mais forte que embasa a

relação proposta por este trabalho entre este material e o espécime-tipo *M. topai*, o qual, conforme discutido apresenta fortes indícios de imaturidade. A adição desses elementos sacrais apenas tem a contribuir para a completude da descrição da espécie *M. topai*.

A escápula, por sua vez, apesar de não ser um osso diagnóstico em Sauropoda, possui alguns caracteres interessantes que a aproxima de um grupo bastante inclusivo, Saltasauroida, grupo este que inclui os Aeolosaurini e Saltosauridae, ou seja, são animais bastante derivados em Titanosauria. Isso vem apenas reforçar o que se entende sobre a biota do Cretáceo Superior do Triângulo Mineiro, visto que esses animais são relativamente comuns no registro fóssil da região.

Outra característica importante presente no material são as perfurações na superfície óssea, as quais podem, mesmo em uma análise superficial, ser comparadas a marcas produzidas por atividade biótica. São condizentes com perfurações oriundas da atividade de larvas de artrópodes, geralmente Coleoptera, as quais se alimentam de carcaças. A presença dessas marcas auxilia na compreensão do contexto ecológico existente à época, e sua análise mais aprofundada merece ser realizada de forma que um icnotáxon seja atribuído a elas.

7 - Referências

ALMEIDA M. D. et al. Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. In: **SBG, Congresso Brasileiro de Geologia**, 31, 1980, Camboriú. Anais... vol. 5, p. 2799-2812, 1980.

BAKKER, Robert T. Ecology of the brontosaurus. **Nature**, v. 229, n. 5281, p. 172, 1971.

BATES, Karl T. et al. Temporal and phylogenetic evolution of the sauropod dinosaur body plan. **Royal Society Open Science**, v. 3, n. 3, p. 150636, 2016.

BATEZELLI, A. **Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes**. 2003. 195f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

BERTINI, Reinaldo José; SANTUCCI, Rodrigo Miloni; ARRUDA-CAMPOS, Antonio Celso. 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**, v. 20, n. 1, p. 93-103, 2001.

BITTENCOURT, Jonathas S.; LANGER, Max C. Mesozoic dinosaurs from Brazil and their biogeographic implications. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 1, p. 23-60, 2011.

BONAPARTE, J. F. The dinosaurs (Carnosaurs, Allosaurids, Sauropods, Cetiosaurids) of the Middle Jurassic of Cerro Córdor (Chubut, Argentina). In: **Annales de Paléontologie (Vert.-Invert.)**. 1986. p. 325-386.

BONAPARTE, José F.; CORIA, Rodolfo A. Un nuevo y gigantesco saurópodo titanosaurio de la Formación Río Limay (Albiano-Cenomaniano) de la Provincia del Neuquén, Argentina. **Ameghiniana**, v. 30, n. 3, p. 271-282, 1993.

BORSUK-BIALYNICKA, Magdalena. A new camarasaurid sauropod *Opisthocoelicaudia skarzynskii* gen. n., sp. n. from the Upper Cretaceous of Mongolia. **Palaeontologia Polonica**, v. 37, n. 5, p. 5-64, 1977.

BROCHU, Christopher A. Closure of neurocentral sutures during crocodilian ontogeny: implications for maturity assessment in fossil archosaurs. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 16, n. 1, p. 49-62, 1996.

BRUSATTE, S. L.; CANDEIRO, C. R. A.; SIMBRAS, F. M. The last dinosaurs of Brazil: The Bauru Group and its implications for the end-Cretaceous mass extinction. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, vol. 89, n. 3, p. 1465-1485, 2017.

CABREIRA, Sergio F. et al. New stem-sauropodomorph (Dinosauria, Saurischia) from the Triassic of Brazil. **Naturwissenschaften**, v. 98, n. 12, p. 1035-1040, 2011.

CABREIRA, Sergio Furtado et al. A unique Late Triassic dinosauromorph assemblage reveals dinosaur ancestral anatomy and diet. **Current Biology**, v. 26, n. 22, p. 3090-3095, 2016.

CALVO, Jorge O.; BONAPARTE, José F. *Andesaurus delgadoi* gen. et. sp. nov. (Saurischia-Sauropoda), dinosaurio Titanosauridae de la Formacion Río Limay (Albiano-Cenomaniano), Neuquen, Argentina. **Ameghiniana**, v. 28, p. 303-310, 1991.

CALVO, JORGE O.; GONZÁLEZ RIGA, BERNARDO J.; PORFIRI, JUAN 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, JORGE O. Anatomy of *Futalognkosaurus dukei* Calvo, Porfiri, González Riga & Kellner, 2007 (Dinosauria, Titanosauridae) from the Neuquén Group (Late Cretaceous), Patagonia, Argentina. **Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro**, v. 65, n. 4, p. 511-526, 2007.

CAMPOS, Diogenes de A.; KELLNER, Alexander WA. On some sauropod (Titanosauridae) pelvises from the continental Cretaceous of Brazil. **National Science Museum Monographs**, v. 15, p. 143-166, 1999.

CAMPOS, D. de A. et al. 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, Carlos RA et al. New lizard record (Diapsida, Lepidosauria) from the upper Cretaceous Adamantina formation, Brazil. **Bulletin of Geosciences**, v. 84, n. 3, p. 573-6, 2009.

CANUDO, Jos  i; ROYO-TORRES, Rafael; CUENCA-BESC  S, Gloria. A new sauropod: *Tastavinsaurus sanzi* gen. et sp. nov. from the Early Cretaceous (Aptian) of Spain. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 28, n. 3, p. 712-731, 2008.

CARBALLIDO, Jos   L.; SANDER, P. Martin. Postcranial axial skeleton of *Europasaurus holgeri* (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Jurassic of Germany: implications for sauropod ontogeny and phylogenetic relationships of basal Macronaria. **Journal of Systematic Palaeontology**, v. 12, n. 3, p. 335-387, 2014.

CARBALLIDO, Jos   L. et al. A new giant titanosaur sheds light on body mass evolution among sauropod dinosaurs. **Proc. R. Soc. B**, v. 284, n. 1860, p. 20171219, 2017.

CARRIJO, L. Icnof  sseis de invertebrados associados a restos de dinossauro proveniente de Prata – MG (Forma  o Adamantina, Cret  ceo Superior). In: SIMP  SIO BRASILEIRO DE INVERTEBRADOS, I., 2012. Bauru. **Paleontologia em destaque...** Edi  o Especial, 2012. P. 29.

CASAL, Gabriel et al. *Aeolosaurus colhuehuapensis* sp. nov. (Sauropoda, Titanosauria) de la formacion Bajo Barreal, Cretacico superior de Argentina. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 10, n. 1, p. 53-62, 2007.

CERDA, Ignacio A. et al. The first record of a sauropod dinosaur from Antarctica. **Naturwissenschaften**, v. 99, n. 1, p. 83-87, 2012.

COOMBS, Walter P. Sauropod habits and habitats. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 17, n. 1, p. 1-33, 1975.

COOMBS JR, Walter P. Theoretical aspects of cursorial adaptations in dinosaurs. **The Quarterly Review of Biology**, v. 53, n. 4, p. 393-418, 1978.

COOPER, Michael R. A reassessment of *Vulcanodon karibaensis* Raath (Dinosauria: Saurischia) and the origin of the Sauropoda. 1984.

DIAS-BRITO, D. et al. 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. Calcretes e registros de paleossolos em depósitos continentais neocretáceos (Bacia Bauru, Formação Marília). **Revista Brasileira de Geociências**, 40 (1): 19-35, 2010.

FERNANDES, Luiz Alberto; COIMBRA, Armando Marcio. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n. 2, p. 195-206, 1996.

GOLDBERG, Karin; GARCIA, Antonio JV. Palaeobiogeography of the Bauru Group, a dinosaur-bearing Cretaceous unit, northeastern Paraná Basin, Brazil. **Cretaceous Research**, v. 21, n. 2, p. 241-254, 2000.

FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, 30 (4): 717-728, 2000.

FILIPPINI, Florencia S.; OTERO, Alejandro; GASPARINI, Zulma. The phylogenetic relevance of the sacrum among macronarian sauropods: insights from a pelvis from the Upper Cretaceous of Patagonia, Argentina. **Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology**, v. 41, n. 1, p. 69-78, 2017.

FOSTER, John R.; WEDEL, Mathew J. *Haplocanthosaurus* (Saurischia: Sauropoda) from the lower Morrison Formation (Upper Jurassic) near Snowmass, Colorado. **Volumina Jurassica**, v. 12, n. 2, p. 197-210, 2014.

HATCHER, John Bell. **Osteology of Haplocanthosaurus, with description of a new species and remarks on the probable habits of the Sauropoda and the age and origin of the Atlantosaurus beds: additional remarks on Diplodocus.** Carnegie Museum, 1903.

HÖPNER, Sara; BERTLING, Markus. Holes in bones: ichnotaxonomy of bone borings. **Ichnos**, p. 1-24, 2017.

HUNT, Adrian P. **The global sauropod fossil record.** 1994.

IRMIS, Randall B. Axial skeleton ontogeny in the Parasuchia (Archosauria: Pseudosuchia) and its implications for ontogenetic determination in archosaurs. **Journal of vertebrate Paleontology**, v. 27, n. 2, p. 350-361, 2007.

JAIN, Sohan L.; BANDYOPADHYAY, Saswati. New titanosaurid (Dinosauria: Sauropoda) from the Late Cretaceous of central India. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 17, n. 1, p. 114-136, 1997.

KELLNER, ALEXANDER WILHELM ARMIN; CAMPOS, D. de A.; TROTTA, MARCELO NF. 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.

KELLNER, Alexander; CAMPOS, Diógenes; AZEVEDO, Sergio; TROTTA, Marcelo; HENRIQUES, Deise; CRAIK, Maureen e SILVA, Helder. 2006. On a new titanosaur sauropod from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia** 74:1-31.

KELLNER, Alexander WA; AZEVEDO, SAK de. A new sauropod dinosaur (Titanosauria) from the Late Cretaceous of Brazil. **National Science Museum Monographs**, v. 15, p. 111-142, 1999.

LACOVARA, Kenneth J. et al. A gigantic, exceptionally complete titanosaurian sauropod dinosaur from southern Patagonia, Argentina. **Scientific Reports**, v. 4, p. 6196, 2014.

LANGER, Max C. et al. A sauropodomorph dinosaur from the Upper Triassic (Carman) of southern Brazil. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science**, v. 329, n. 7, p. 511-517, 1999.

MACHADO, Elaine Batista; CAMPOS, Diogenes de A.; KELLNER, Alexander WA. On a theropod scapula (Upper Cretaceous) from the Marília Formation, Bauru Group, Brazil. **Palaeontologische zeitschrift**, v. 82, n. 3, p. 308, 2008.

MANNION, Philip D.; UPCHURCH, Paul. Completeness metrics and the quality of the sauropodomorph fossil record through geological and historical time. **Paleobiology**, v. 36, n. 2, p. 283-302, 2010.

MANNION, Philip D.; UPCHURCH, Paul. A re-evaluation of the 'mid-Cretaceous sauropod hiatus' and the impact of uneven sampling of the fossil record on patterns of regional dinosaur extinction. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 299, n. 3-4, p. 529-540, 2011.

MARTINEZ, Ricardo N.; ALCOBER, Oscar A. A basal sauropodomorph (Dinosauria: Saurischia) from the Ischigualasto Formation (Triassic, Carnian) and the early evolution of Sauropodomorpha. **PLoS One**, v. 4, n. 2, p. e4397, 2009.

MATEUS, Octávio et al. Angolatitan adamastor, a new sauropod dinosaur and the first record from Angola. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 1, p. 221-233, 2011.

MOSER, Markus. Plateosaurus engelhardti Meyer, 1837 (Dinosauria: Sauropodomorpha) aus dem Feuerletten (Mittelkeuper; Obertrias) von Bayern. **Zitteliana**, p. 3-186, 2003.

MOSER, Markus. Plateosaurus engelhardti Meyer, 1837 (Dinosauria: Sauropodomorpha) aus dem Feuerletten (Mittelkeuper; Obertrias) von Bayern. **Zitteliana**, p. 3-186, 2003. MÜLLER, Rodrigo Temp et al. Descrição e posicionamento filogenético de um novo espécime de Sauropodomorpha da Formação Caturrita. 2016.

OTERO, Alejandro. The appendicular skeleton of Neuquensaurus, a Late Cretaceous saltasaurine sauropod from Patagonia, Argentina. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 55, n. 3, p. 399-426, 2010.

OTERO, Alejandro; SALGADO, Leonardo. El registro de Sauropodomorpha (Dinosauria) de la Argentina. **Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina**, v. 15, n. 1, 2015.

OTERO, Alejandro. Forelimb musculature and osteological correlates in Sauropodomorpha (Dinosauria, Saurischia). **PloS one**, v. 13, n. 7, p. e0198988, 2018.

POL, Diego; GARRIDO, Alberto; CERDA, Ignacio A. A new sauropodomorph dinosaur from the Early Jurassic of Patagonia and the origin and evolution of the sauropod-type sacrum. **Plos One**, v. 6, n. 1, p. e14572, 2011.

PRETTO, Flávio A.; LANGER, Max C.; SCHULTZ, Cesar L. A new dinosaur (Saurischia: Sauropodomorpha) from the Late Triassic of Brazil provides insights on the evolution of sauropodomorph body plan. **Zoological Journal of the Linnean Society**, 2018.

RAATH, Michael A. **Fossil vertebrate studies in Rhodesia: a new dinosaur (Reptilia: Saurischia) from near the Trias-Jurassic boundary**. National Museums of Rhodesia, 1972.

RIGA, Bernardo J. González. A new titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Cretaceous of Mendoza province, Argentina. **Ameghiniana**, v. 40, n. 2, p. 155-172, 2013.

SALGADO, Leonardo; CORIA, Rodolfo Anibal; CALVO, Jorge Orlando. Evolution of titanosaurid sauropods: Phylogenetic analysis based on the postcranial evidence. **Ameghiniana**, v. 34, n. 1, p. 3-32, 1997.

SALGADO, Leonardo; APESTEGUÍA, Sebastián; HEREDIA, Susana E. A new specimen of Neuquensaurus australis, a Late Cretaceous saltasaurine titanosaur from north Patagonia. **Journal of vertebrate Paleontology**, v. 25, n. 3, p. 623-634, 2005.

SALGADO, Leonardo; DE SOUZA CARVALHO, Ismar. 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.

SERENO, Paul C. et al. Primitive dinosaur skeleton from Argentina and the early evolution of Dinosauria. **Nature**, v. 361, n. 6407, p. 64, 1993.

SANTUCCI, Rodrigo Miloni; BERTINI, Reinaldo 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.

SETER, Phil. Necks for sex: sexual selection as an explanation for sauropod dinosaur neck elongation. **Journal of Zoology**, v. 271, n. 1, p. 45-53, 2007. Sereno, P. (1999). The evolution of dinosaurs Science.

SUGUIO, K. Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. **Resumos Expandidos, 1ª Mesa Redonda: A Formação Bauru no estado de São Paulo e Regiões Adjacentes, SBG/Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo**, p. 15-26, 1980.

SCHWARZ, Daniela; FREY, Eberhard; MEYER, Christian A. Novel reconstruction of the orientation of the pectoral girdle in sauropods. **The Anatomical Record**, v. 290, n. 1, p. 32-47, 2007.

TAYLOR, Michael P. et al. The long necks of sauropods did not evolve primarily through sexual selection. **Journal of Zoology**, v. 285, n. 2, p. 150-161, 2011.

UPCHURCH, Paul; BARRETT, Paul M. Phylogenetic and taxic perspectives on sauropod diversity. **The sauropods: evolution and paleobiology. University of California Press, Berkeley**, p. 104-124, 2005.

WILSON, Jeffrey A.; CARRANO, Matthew T. Titanosaurs and the origin of “wide-gauge” trackways: a biomechanical and systematic perspective on sauropod locomotion. **Paleobiology**, v. 25, n. 2, p. 252-267, 1999.

WILSON, Jeffrey 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, Jeffrey A. Anatomical terminology for the sacrum of sauropod dinosaurs. Museum of Paleontology, the University of Michigan, 2011a.

WILSON, Jeffrey A. et al. A nomenclature for vertebral fossae in sauropods and other saurischian dinosaurs. **PLoS One**, v. 6, n. 2, p. e17114, 2011b.

YATES, Adam M. A new species of the primitive dinosaur Thecodontosaurus (Saurischia: Sauropodomorpha) and its implications for the systematics of early dinosaurs. **Journal of Systematic Palaeontology**, v. 1, n. 1, p. 1-42, 2003.

ZAHER, Hussam et al. A complete skull of an Early Cretaceous sauropod and the evolution of advanced titanosaurs. **PLoS One**, v. 6, n. 2, p. e16663, 2011.

