

# SAURÓPODES DA FORMAÇÃO ITAPECURU, MARANHÃO: ASPECTOS TAXONÔMICOS E PALEOAMBIENTAIS

Pedro Eduardo Rodrigues Costa<sup>1</sup>; Andreia Clara Diniz Souto<sup>2</sup>; Thaiane Barros de Almeida<sup>3</sup>; Rafael Matos Lindoso<sup>4</sup>.

## Resumo

Nas bacias de São Luís-Grajaú e Parnaíba, Cretáceo Inferior e médio do Maranhão, saurópodes estão entre os dinossauros mais representativos, embora raros. Foram os maiores vertebrados terrestres, dominantes em grande parte do Jurássico, e um grupo importante dentre os Dinosauria até a sua extinção, em fins do período Cretáceo. São caracterizados por um crânio pequeno em relação ao tamanho corporal, pescoço e cauda compridos, membros colunares e corpos em forma de barril. A pesquisa teve como objetivo analisar os fósseis da coleção do Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA), com foco em aspectos taxonômicos e paleoambientais. A metodologia incluiu preparo mecânico, descrição anatômico-comparativa e análise por tomografia computadorizada (TC) e fotogrametria. Os resultados revelaram um osteodermo atribuído a Titanosauria, o segundo registro desse tipo no estado. A análise interna do osteodermo evidenciou rede de canais neurovasculares, sugerindo funções ligadas à reserva de cálcio ou remodelação mineral. A fotogrametria permitiu a criação de modelos tridimensionais para pesquisa e ensino. Embora osteoderms não sejam universais entre titanossaurídeos, sua ocorrência reforça a diversidade do grupo no Maranhão.

**Palavras-chave:** Sauropoda; Titanosauria; Bacia de São Luís-Grajaú; Bacia do Parnaíba; Formação Itapecuru; Cretáceo.

## Introdução

Saurópodes foram dinossauros quadrúpedes herbívoros de grandes dimensões e taxonomicamente diversos ao longo do Mesozoico. Tiveram sua origem no Triássico, tendo sido os herbívoros terrestres dominantes em grande parte do Jurássico, e um grupo importante da fauna dinossauriana até a sua extinção, em fins do Cretáceo (Bakker, 1978; Buffetaut *et al.*, 2000; Upchurch *et al.*, 2004). Saurópodes são caracterizados por um

---

**1** Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Monte Castelo.; E-mail: [eduardopedro@acad.ifma.edu.br](mailto:eduardopedro@acad.ifma.edu.br).

**2** Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Monte Castelo.; E-mail: [andriadiniz@acad.ifma.edu.br](mailto:andriadiniz@acad.ifma.edu.br).

**3** Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Monte Castelo.; E-mail: [thaiane.barros@acad.ifma.edu.br](mailto:thaiane.barros@acad.ifma.edu.br).

**4** Professor do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Departamento Acadêmico de Biologia, Campus Monte Castelo.; E-mail: [rafael.lindoso@ifma.edu.br](mailto:rafael.lindoso@ifma.edu.br).

crânio pequeno em relação ao tamanho corporal, pescoço e cauda compridos, membros colunares e corpos em forma de barril (Upchurch *et al.*, 2004). Seu plano corpóreo conservativo os tem conduzido ao *status* de animais “monolíticos” (Wilson & Rogers, 2005, 2012), embora compreendam, paradoxalmente, 18% de mais de 661 espécies de dinossauros reconhecidas (Weishampel *et al.*, 2004).

A origem do clado Sauropoda pode ser traçada a partir da evolução de um grupo de dinossauros saurísquios, conhecidos como Sauropodomorpha, que teriam se separado do ramo dos Theropoda em direção à aquisição da herbivoria (Yates, 2012). Assim, cedo em sua evolução Sauropodomorpha dividiu-se em Prosauropoda e Sauropoda (Barrett & Upchurch, 2005), com os primeiros representantes destes últimos grupos apresentando uma linhagem fantasma de 10 a 15 milhões de anos em sua distribuição estratigráfica, durante a qual caracteres diagnósticos em saurópodes evoluíram (Wilson, 2005). Alguns destes caracteres diagnósticos incluem um sistema de lâminas centrodiapofiseais sobre as vértebras craniais e médio-cervicais; razão do comprimento do membro anterior/posterior maior que 0.60; terminação proximal da ulna trirradiada; crista cnemial da tíbia reduzida a um cume baixo; terminação proximal das superfícies dos metatarsais I e V maiores do que aqueles dos metatarsais II, III e IV, entre outros (Weishampel *et al.* 2004; Wilson, 2005).

Saurópodes atingiram uma distribuição quase global no Jurássico Médio, com seus fósseis sendo conhecidos em todos os continentes, exceto Antártica (Wilson, 2002; Upchurch *et al.*, 2004). A diversidade genérica deste grupo de mega-herbívoros aumentou ao longo do tempo, com picos no Jurássico tardio da América do Norte e no Cretáceo tardio da América do Sul (Wilson, 2002). No Brasil, saurópodes estão representados no Cretáceo Inferior do Grupo Areado, Bacia Sanfranciscana (e.g., *Tapuiasaurus macedoi*) e Cretáceo Superior do Grupo Bauru, Bacia do Paraná (e.g., *Gondwanatitan faustoi*, *Trigonosaurus pricei*, *Baurutitan britoi*, *Maxakalisaurus topai*, *Adamantisaurus mezzalirai*, *Uberabatitan ribeiroi*, “*Aeolosaurus*” *maximus*, *Brasilotitan nemophagus* e *Austroposeidon magnificus*) (Kellner & Azevedo, 1999; Campos *et al.*, 2005; Kellner *et al.*, 2005, 2006; Santucci & Bertini, 2006; Salgado & Carvalho, 2008; Santucci & Arruda-Campos, 2011; Machado *et al.*, 2013; Bandeira *et al.*, 2016). Na região Nordeste, fósseis sauropodiano têm sido complementados por registros icnológicos (i.e., pegadas e pistas) (Carvalho & Gonçalves, 1994; Carvalho *et al.*, 2021; Leonardi *et al.*, 2021).

Nas sucessões cretáceas das bacias de São Luís-Grajaú e Parnaíba, estado do Maranhão, saurópodes ocorrem principalmente sob a forma de restos isolados e fragmentários, embora pegadas e trilhas sejam ocasionalmente relatadas (Carvalho, 2001; Medeiros *et al.*, 2014; Lindoso, obs. pessoal, 2022). No *bone bed* Laje do Coringa, Formação Alcântara (Cenomaniano), Bacia de São Luís-Grajaú, dois principais representantes de Neosauropoda (*sensu* Upchurch, 1995, 1998) são comumente identificáveis: Titanosauria e Diplodocoidea, sendo este último mais numeroso (Medeiros *et al.*, 2014). Elementos vertebrais, dentes isolados e um raro osteoderme têm sido tentativamente atribuídos a Andesauridae, *Malawisaurus* e Titanosauria inded. (Medeiros & Schultz, 2001, 2002; Medeiros *et al.*, 2014; Lindoso *et al.*, 2013a). Dentre os Diplodocoidea, duas espécies nominais são conhecidas, ambas pertencentes à família Rebbachisauridae: *Itapeuasaurus cajapioensis* (Lindoso *et al.*, 2019) e *Amazonsaurus maranhensis* (Carvalho *et al.*, 2003), esta última proveniente do município de Itapecuru (Aptiano/Albiano da Formação Itapecuru, Bacia do Parnaíba). Ocorrências esparsas relacionadas à Neosauropoda são estendidas a outras localidades ao longo do vale do rio Itapecuru (i.e., Coroatá) (Castro *et al.*, 2007).

O presente trabalho objetiva o estudo taxonômico e paleoambiental de saurópodes do Cretáceo do Maranhão, os quais integram a coleção paleontológica do Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA).

## **Materiais e Métodos**

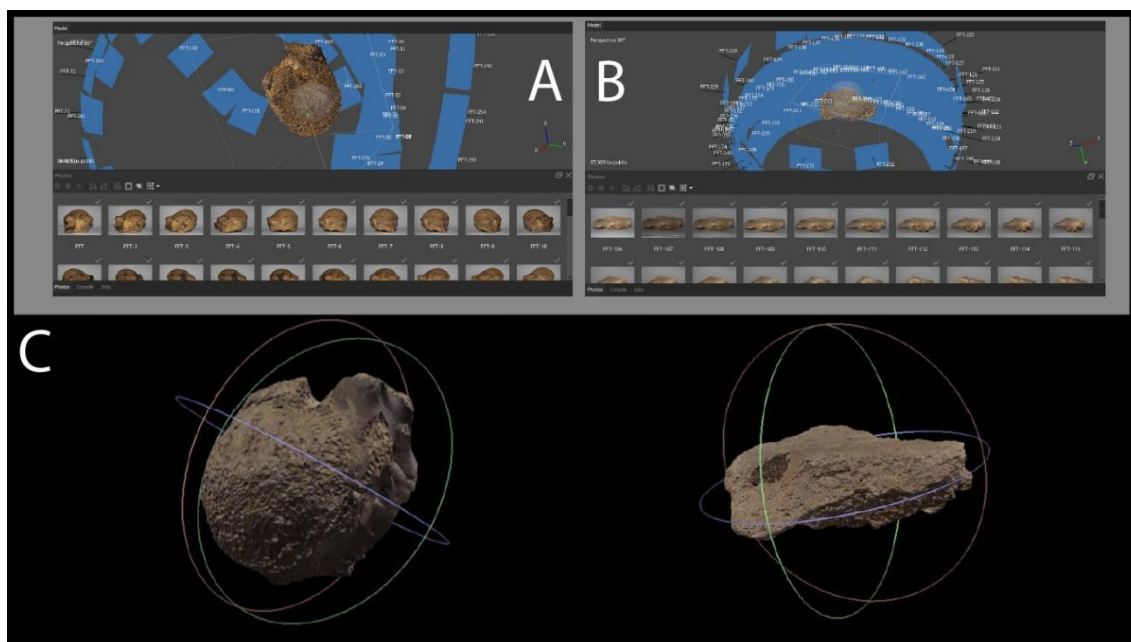
O material analisado pertence ao acervo do CPHNAMA, que abriga espécimes ainda não identificados, oriundos do município de Coroatá (MA). Os exemplares utilizados neste estudo foram cedidos e encaminhados ao CPHNAMA pela Agência Nacional de Mineração (ANM). Para fins de controle, os espécimes foram registrados sob o acrônimo **SIC-CPHN**, correspondente às iniciais da localidade de origem e do local de armazenamento: Santo Izídio, Coroatá – CPHNAMA.

As descrições anatômicas fizeram uso das terminologias propostas por Wilson (1999, 2012) para lâminas vertebrais, fossas vertebrais de Wilson *et al.* (2011), estruturas sacrais de Wilson (2011) e osteodermos de D'Emic (2009, 2011) e Vidal *et al.* (2017), recentemente formuladas.

Na tentativa de integrar técnicas recentes às já consagradas na paleontologia, foram incorporadas ao presente trabalho as metodologias de modelagem tridimensional por **Fotogrametria** (criação de malhas tridimensionais). Dois espécimes foram

fotografados em diferentes ângulos, uma vez que o processo de fotogrametria requer a captura de todas as faces possíveis para a criação de uma malha tridimensional. Para a vértebra caudal (SIC-CPHN-01), foram registradas 139 imagens, e para o osteodermo (SIC-CPHN-02), 163, abrangendo as faces lateral dorsal, lateral ventral, ventral e dorsal, assim como consta na figura 1 (A-B). A geração da malha tridimensional possibilita tanto a manipulação digital do fóssil em aplicativos (recurso que pode ser empregado no ensino de Biologia, na licenciatura e na formação de profissionais em Paleontologia), quanto a impressão de réplicas por meio de impressoras 3D (figura 1 – C).

**FIGURA 1 – FOTOGRAMETRIA DE FÓSSEIS**



Fonte: Autor

Processo de criação de modelo digital por fotogrametria (A-B). Geração de modelos tridimensionais para desktops e aparelhos móveis (C).

O osteodermo aqui estudado foi submetido à Tomografia Computadorizada (TC) em equipamento Somatom Emotion (Siemens, 16 canais), operado a 110 kV e 179 mA, possibilitando a caracterização das estruturas internas e a modelagem tridimensional do espécime por meio de *Volume Rendering Technology* (VRT).

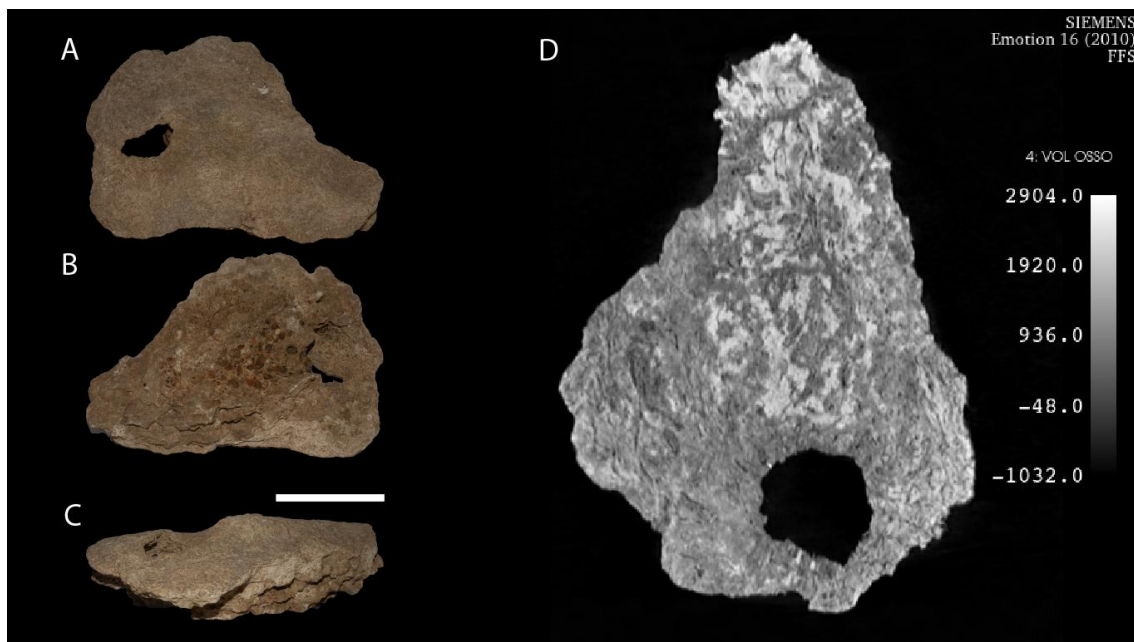
As figuras foram elaboradas com o auxílio dos *softwares* Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, RadiAnt DICOM, 3D Slicer e Agisoft Metashape, sendo complementadas por registros fotográficos com as câmeras Nikon D3100, Canon SL3 Rebel.

## **Resultados e Discussão**

A coleção SIC-CPHN é composta vértebras, elementos apendiculares, dentes e um osteodermo, provenientes do povoado de Santo Isídio, em afloramento localizado

próximo a um afluente do rio Itapecuru (Formação Itapecuru). Alguns desses elementos, já descritos por De Oliveira Silva (2023), foram atribuídos a diferentes famílias de saurópodos, como Rebbachisauridae e Titanosauridae, sem, no entanto, serem determinados a níveis taxonômicos mais específicos. A ocorrência de uma vértebra caudal atribuída a um titanossaurídeo indeterminado entre os espécimes corrobora a identificação do osteodermo, considerando que esse elemento é amplamente registrado em diferentes representantes de Titanosauria

**FIGURA 2 – OSTEODERMO DO TIPO ESCUDO** (*sensu* Vidal, Ortega & Sanz, 2014).



Fonte: Autor

Em vista dorsal (A), ventral (B) e lateral (C). Em corte (D) coronal. Apresenta escala de cinza, utilizado na interpretação da densidade, baseando-se na escala de Hounsfield. Escala = 10 cm; Corte = 1mm

**TABELA 1 - ESCALA DE HOUNSFIELD.**

Unidades Hounsfield (UH)	Tecido
>1000	Osso, hidroxiapatita, metal
100	Osso
0	Água
<-1000	Ar

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de Hounsfield (1973).

Medida quantitativa para radiodensidade.

O espécime SIC-CPHN-02 foi submetido à Tomografia Computadorizada (TC), exame de imagem baseado no mapeamento de secções transversais, amplamente utilizado na paleontologia para a descrição morfológica e anatômica de materiais fósseis. O exame permitiu melhor caracterização com base na escala de Hounsfield, que mensura a densidade de diferentes tipos de tecido, na qual o item analisado apresentou variações entre 300 e 2.904 UH (Unidade Hounsfield). Esses valores indicam que a constituição do

osteodermo é majoritariamente composta por tecido denso, identificado como hidroxiapatita (Figura 2), conforme demonstrado na Tabela 1.

Com a primeira descrição de osteodermo associado a restos esqueléticos de *Saltasaurus loricatus* por Bonaparte & Powell (1980), esta estrutura que até então era especulativa em saurópodes titanossauros, foi estabelecida como característico do grupo. Atualmente, os titanossauros são os únicos saurópodes a possuírem tal estrutura, embora não haja evidências que a comprovem em todos os espécimes (Vidal *et al.*, 2017).

Os osteodermos em titanossauros, assim como os osteodermos em *Crocodylia*, indicam a presença de uma bainha de queratina, o que pode implicar em uma função defensiva em titanossauros jovens (Marinho, 2007; Vidal, Ortega & Sanz, 2014; Vidal *et al.*, 2017;). Este tipo de função pode ser comparado aos osteodermos de Thyreophora, grupo de dinossauros ornitíscuos caracterizados por possuírem armadura óssea na região dorsal superior, apresentando placas, espinhos ou espigões, como nas famílias Stegosauridae e Ankylosauridae. Outras funções já atribuídas aos osteodermos de titanossauros incluem reserva de cálcio, termorregulação, enrijecimento da espinha neural (Marinho, 2007; Curry Rogers *et al.*, 2011; Cerda *et al.*, 2015; Vidal, Ortega & Sanz, 2014; Vidal *et al.*, 2017).

Considerando as terminologias mais recentes para morfotipos, reformuladas por Vidal, Ortega & Sanz (2014), os osteodermos classificam-se em dois tipos: i) **Bulbo e raiz** (*bulb and root*), que se destaca como o tipo basal de osteodermo, sendo o mais antigo já registrado e com distribuição espacial por todos os continentes; ii) **Escudo** (*scutes or keeled*, sensu D'Emic *et al.*), caracterizado por uma região de contorno subcircular, podendo ser circundado por um cingulo ou apresentar borda perolada, assemelhando-se à forma de um escudo e com sinuosidades semelhantes a quilhas. Não obstante, Vidal, Ortega & Sanz (2014) também propõem a hipótese de homologia, sugerindo que esse segundo morfotipo poderia corresponder a um bulbo fragmentado sem a região da raiz.

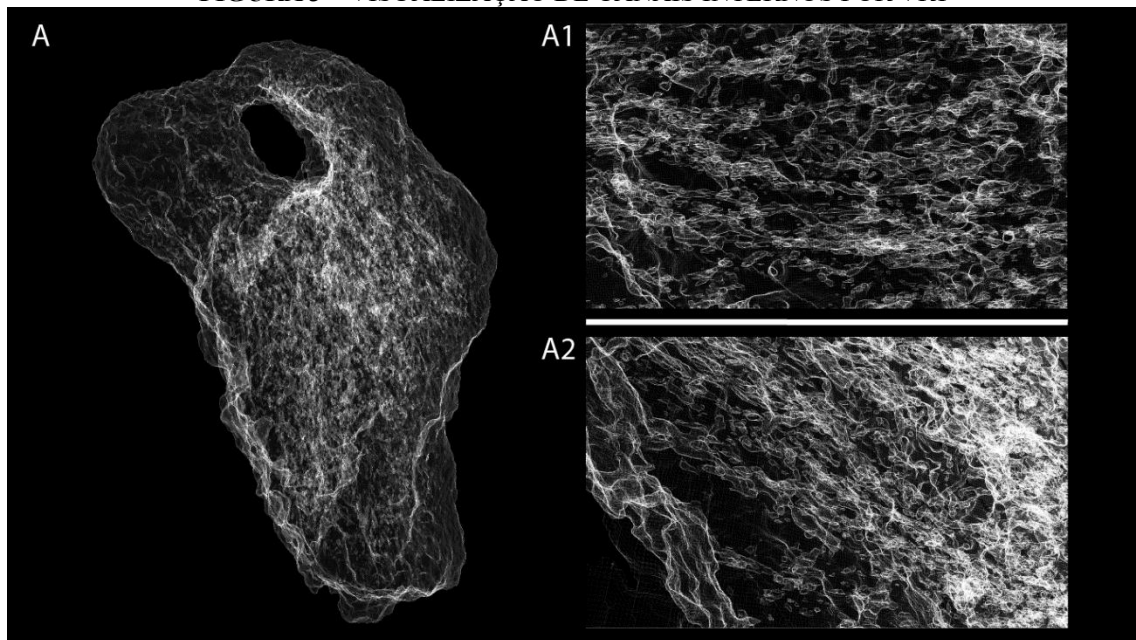
A incidência de osteodermos no Brasil é rara e conta com poucos registros, limitados ao Cretáceo Superior nas bacias Bauru e São Luís-Grajaú (Marinho & Candeiro, 2005; Marinho & Iori, 2011; Lindoso *et al.*, 2013). O único osteodermo já descrito no Maranhão foi publicado por Lindoso *et al.* (2013), que o classificou como pertencente ao morfotipo quilhado (*keeled*), proposto por D'emic *et al.* (2009) (escudo *sensu* Vidal, Ortega & Sanz, 2014).

No osteodermo (Figura 1), é possível observar características que o aproximam do morfotipo **Escudo**. Em vista dorsal (A) e ventral (B), os cíngulos são bem evidentes, e, em vista lateral (C), destaca-se a presença da quilha. A estrutura apresenta dimensões de comprimento em eixo horizontal com aproximadamente 26,56 cm, lateral com aproximadamente 21,53 cm e espessura aproximadamente de 8,33 cm. Esse exemplar representa o segundo osteodermo descrito no estado, o maior e o mais antigo já registrado, datado do Cretáceo Inferior (Albiano).

Análises anteriores de microanatomia em dois espécimes distintos de titanossauros revelaram que essa composição interna pode variar de acordo com o morfotipo: em *Rapetosaurus krausei*, cujo osteodermo é do tipo bulbo e raiz, observam-se grandes cavidades internas, que podem ser explicadas por diversos fatores já discutidos; em contraste, *Saltasaurus loricatus*, com osteodermo do tipo escudo, não apresenta tais grandes espaços (Cerdeira *et al.*, 2015; Rogers *et al.*, 2011).

O SIC-CPHN-02 não apresenta grandes espaços ociosos, sendo composto por uma extensa rede de canais neurovasculares (figura 3). Esses canais não apresentam conformidades, alguns encontram-se em meio ao emaranhado de outros mais longos e restringem-se à região mais ventral, área de maior concentração. Nas sessões A1 e A2, observa-se um arranjo mais definido dos ductos; as ramificações sugerem o osteodermo como possível fonte de remanejamento de minerais lábeis, hipótese que explicaria a presença das pequenas cavidades.

FIGURA 3 – VISUALIZAÇÃO DE CANAIS INTERNOS POR VRT



Fonte: Autor

Modelo VRT translucido (A), ampliações: malha tridimensional (A1-A2). Escala = 4x de ampliação

## Considerações finais

O osteodermo descrito representa o segundo registro de Titanosauria no Maranhão, constituindo também o mais antigo exemplar já identificado no Brasil e o registro mais antigo do tipo escudo em todo o mundo. Essas características conferem a esse espécime um valor paleontológico singular, contribuindo para a ampliação do conhecimento sobre a distribuição temporal e a diversidade dos titanossaurídeos. Sua morfologia, marcada por cingulo e quilha bem definidos, reforça interpretações biomecânicas relacionadas à defesa e ao suporte estrutural, enquanto a presença de uma rede interna de canais neurovasculares sugere uma possível função fisiológica ligada à reserva e remodelação mineral.

## Agradecimentos

Agradeço ao IFMA - MTC pelo financiamento, ao o Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (CPHNAMA) pelo acesso ao material e infraestrutura concedidos.

## Referências

- Bakker, R.T. 1978. Dinosaur feeding behavior and the origin of flowering plants. *Nature* 274: 661–663.
- Bandeira, K.L.N., Simbras, F.M., Machado, E.B., Campos, D.A., Oliveira, G.R., Kellner, A.W.A. 2016. A New Giant Titanosauria (Dinosauria: Sauropoda) from the Late Cretaceous Bauru Group, Brazil. *PLoS ONE* 11(10): e0163373. doi:10.1371/journal.pone.0163373.
- Barrett, P.M., Upchurch, P. 2005. Sauropodomorph Diversity through Time. In: Rogers, K.C., Wilson, J.A. (eds.). *The Sauropods: Evolution and Paleobiology*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. pp. 125–156.
- Bonaparte, J. F. & Powell, J. E. A continental assemblage of tetrapods from the Upper Cretaceous bed of El Brete, northwestern Argentina (Sauropoda-Coelurosauria-Carnosauria-Aves). *Mém. Soc. géol. Fr., N.S* 139, 19–28 (1980).
- Buffetaut, E., Suteethorn, V., Cuny, G., Tong, H., Le Loeuff, J., Khansubha, S., and Jongautchariyakul, S. 2000b. The earliest known sauropod dinosaur. *Nature* 407: 72–74.
- Campos, D.A., Kellner, A.W.A., Bertini, R.J., Santucci, R.M. 2005. On a titanosaurid (Dinosauria, Sauropoda) vertebral column from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. *Arq Mus Nac.*, 63(3): 565–593.
- Carvalho, I.S. 2001. Pegadas de dinossauros em depósitos estuarinos (Cenomaniano) da Bacia de São Luís (MA), Brasil. In: Rossetti DF, Góes AM, Truckenbrodt W (eds) *O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú*. Museu Paraense Emílio Goeldi. Coleção Friedrich Katzer. MPEG Editoração, p 245–264.
- Carvalho, I.S., Avilla, L.S., Salgado, L. 2003. *Amazonsaurus maranhensis* gen. et sp. nov. (Sauropoda, Diplodocoidea) from the Lower Cretaceous (Aptian–Albian) of Brazil. *Cretaceous Research* 24 (2003) 697–713.
- Carvalho, I.S., Gonçalves, R.A. 1994. Pegadas de dinossauros neocretáceas da Formação Itapecuru, Bacia de São Luís (Maranhão, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 66(3): 279–292.

- Carvalho, I.S., Leonardi, G., Rios-Netto, A.M., Borghi, L., Freitas, A.P., Andrade, J.A. 2021. Dinosaur trampling from the Aptian of Araripe Basin, NE Brazil, as tools for paleoenvironmental interpretation. *Cretaceous Research*, 117 (2021) 104626.
- Castro, D.F., Bertini, R.J., Santucci, R.M., Medeiros, M.A., 2007. Sauropods of the Itapecuru Group (lower/middle Albian), São Luís-Grajaú Basin, Maranhão State, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 10 (3), 195–200.
- Cerda, I. A., García, R. A., Powell, J. E. & Lopez, O. Morphology, microanatomy, and histology of titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) osteoderms from the Upper Cretaceous of Patagonia. *J. Vertebr. Paleontol.* e905791, doi: 10.1080/02724634.2014.905791 (2015).
- Curry Rogers, K.A., D’Emic, M., Rogers, R., Cagan, A., 2011. Sauropod dinosaurosteoderms from the Late Cretaceous of Madagascar. *Nature Communications* 2 (564), 1e5.
- D’Emic, M.D., Wilson, J.A., Chatterjee, S., 2009. The titanosaur (Dinosauria: Sauropoda) osteoderm record: review and first definitive specimen from India. *Journal of Vertebrate Paleontology* 29, 165e177.
- De Oliveira Silva, Lays Steffanny. Novos registros de Sauropoda para a Formação Itapecuru (Cretáceo Inferior), Bacia do Parnaíba, Nordeste do Brasil. 2023. 82 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória, 2023.
- Hounsfield, Godfrey N. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. *The British Journal of Radiology*, v. 46, n. 552, p. 1016-1022, 1973.
- Kellner, A.W.A., Azevedo, S.A.K., Trotta, M.N.F., Henriques, D.D.R., Craik, M.MT, Silva, HP. 2006. On a new titanosaur sauropod from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. *Boletim do Museu Nacional (Nova Série)*, 74, 1–31.
- Kellner, A.W.A., Azevedo, S.K. 1999. A new sauropod dinosaur (Titanosauria) from the Late Cretaceous of Brazil. In: Gondwanan Dinosaur Symposium, 2, Tokyo. Proceedings. Tomida Y, Rich TH, Vickers-Rich P, (eds.). Tokyo National Science Museum Monographs, 15: 111–142.
- Kellner, A.W.A., Campos, D.A., Trotta, M.N.F. 2005. Description of a titanosaurid caudal series from the Bauru Group, Late Cretaceous of Brazil. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, v.63, n.3, p.529-564, jul./set.2005.
- Leonardi, G., Santos, M.F.C.F., Barbosa, F.H.S. 2021. First dinosaur tracks from the Açú Formation, Potiguar Basin (mid-Cretaceous of Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93(Suppl. 2): e20210635 DOI 10.1590/0001-3765202120210635.
- Lindoso, R.M., Medeiros, M.A.A., Carvalho, I.S., Pereira, A.A., Mendes, I.D., Iori, F.V., Sousa, E.P., Arcanjo, S.H., Silva, T.C.M. 2019. A new rebbachisaurid (Sauropoda: Diplodocoidea) from the middle Cretaceous of northern Brazil. *Cretaceous Research*, 104 (2019) 10419. doi.org/10.1016/j.cretres.2019.104191.
- Lindoso, R.M., Marinho, T.S., Santucci, R.M., Medeiros, M.A., Carvalho, I.S., 2013. A titanosaur (Dinosauria: Sauropoda) osteoderm from the Alcântara Formation (Cenomanian), São Luís Basin, Northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 45, 43–48.
- Machado, E.B., Avilla, L.S., Nava, W.R., Campos, D.A., Kellner, A.W.A. 2013. A new titanosaur sauropod from the Late Cretaceous of Brazil. *Zootaxa*, 3701(3): 301–321. doi: 10.11646/zootaxa.3701.3.1 PMID: 26191585.
- Marinho, T. D. S. & Iori, F. V. In *Paleontologia: Cenários da Vida* (eds Souza, I., de, C., Srivastava, N. K. & Cecília Cunha Lana, O. S.) 339–349 (Editora Interciência v.4, 2011).
- Marinho, T.S., 2007. Functional aspects of titanosaur osteoderms. *Nature Precedings*. <http://dx.doi.org/10.1038/npre.2007.508.1>.
- Marinho, T.S., Candeiro, C.R.A., 2005. Titanosaur (Dinosauria: Sauropoda) osteoderms from the Maastrichtian of Uberaba, Minas Gerais State, Brazil. *Gondwana Research* 8, 473e477.
- Medeiros, M.A., Lindoso, R.M., Mendes, I.D., Carvalho, I.S. 2014. The Cretaceous (Cenomanian) continental record of the Laje do Coringa flagstone (Alcântara Formation), northeastern South America. *Journal of South American Earth Sciences* 53 (2014) 50–58.

- Medeiros, M.A., Schultz, C.L. 2001. Uma paleocomunidade de vertebrados do Cretáceo Médio, bacia de São Luís. In: D.F. Rossetti; A.M. Góes & W. Truckenbrodt (eds.) *O Cretáceo na Bacia de São Luís - Grajaú*, Belém, Museu Emílio Goeldi, p. 209–221.
- Medeiros, M.A., Schultz, C.L. 2002. A fauna dinossauriana da Laje do Coringa, Cretáceo médio do Nordeste do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 60(3): 155–162.
- Salgado, L., Carvalho, I.S. 2008. Uberabatitan ribeiroi, A new titanosaur from the Marília Formation (Bauru Group, Upper Cretaceous), Minas Gerais, Brasil. *Palaeontology*, 51 (4): 881–901. doi: 10.1111/j.1475-4983.2008.00781.x.
- Santucci, R.M., Arruda-Campos, A.C. 2011. A new sauropod (Macronaria, Titanosauria) from the Adamantina Formation, Bauru Group, Upper Cretaceous of Brazil and the phylogenetic relationships of Aeolosaurini. *Zootaxa*, 3085:1–33.
- Santucci, R.M., Bertini, R.J. 2006. A new titanosaur from western São Paulo state, Upper Cretaceous Bauru Group, south-east Brazil. *Palaeontology*, vol. 49, part 1, 2006, pp. 59–66.
- Upchurch, P. 1995. The evolutionary history of sauropod dinosaurs. *Philos. Trans. Roy. Soc. London B* 349: 365–390.
- Upchurch, P. 1998. The phylogenetic relationships of sauropod dinosaurs. *Zool. J. Linn. Soc.* 124: 43–103.
- Upchurch, P., Barrett, P., Dodson, P. 2004. Sauropoda. In: Weishampel, D.B., P. Dodson, and Osmólska, H. (eds.). *The Dinosauria*, 2nd ed. University of California Press, Berkeley. pp. 259–324.
- Vidal D, Ortega F, Gascó F, Serrano-Martínez A, Sanz JL. 2017. The internal anatomy of titanosaur osteoderms from the Upper Cretaceous of Spain is compatible with a role in oogenesis. *Scientific reports*, 7, 42035.
- Vidal, D., Ortega, F. & Sanz, J. L. Titanosaur osteoderms from the Upper Cretaceous of Lo Hueco (Spain) and their implications on the armor of Laurasian titanosaurs. *PLoS One* 9 (2014).
- Weishampel, D.B., Dodson, P., and Osmólska, H. (eds.). 2004. *The Dinosauria*, 2nd ed. University of California Press, Berkeley. 861 pp.
- Wilson, J.A. 1999. A nomenclature for vertebral laminae in sauropods and other saurischian dinosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology* 19:639–653.
- Wilson, J.A. 2002. Sauropod dinosaur phylogeny: critique and cladistic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 2002, 136, 217–276.
- Wilson, J.A. 2005. Overview of Sauropod Phylogeny and Evolution. In: Rogers, K.C., Wilson, J.A. (eds.). *The Sauropods: Evolution and Paleobiology*. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. pp. 15–49.
- Wilson, J.A. 2011. Anatomical terminology for the sacrum of sauropod dinosaurs. *Contributions from the Museum of Paleontology, University of Michigan* 32:59–69.
- Wilson, J.A., Rogers, K.C. 2012. Sauropoda. In: Brett-Surman, M.K., Holtz Jr, T.R., Farlow, J.O. (eds.). *The Complete Dinosaur*. Indiana University Press, Bloomington, Indiana. pp. 506–545.
- Yates, A.M. 2012. Basal Sauropodomorpha: The “Prosauropods”. In: Brett-Surman, M.K., Holtz Jr, T.R., Farlow, J.O. (eds.). *The Complete Dinosaur*. Indiana University Press, Bloomington, Indiana. pp. 485–505.