



HISTOLOGIA DENTAL DE ARCOSSAUROS DO TRIÁSSICO SUPERIOR DO RIO GRANDE DO SUL (RESULTADOS PARCIAIS)

RAFAEL TERRAS; JAQUELINE BORGER; RODRIGO TEMP MÜLLER; MIRIAN CARBONERA

RESUMO

Sauropsídeos modernos como os lagartos, serpentes e tuataras (Squamata) apresentam tecidos moles labiais. Neste contexto, lábios são definidos como o conjunto de gengivas e escamas labiais que cobrem completamente os dentes e a cavidade oral formando o selo oral. Por um longo tempo em literatura, tem-se debatido se dinossauros saurísquios os apresentavam ou não. Argumentos para a sua presença incluem: forames neurovasculares organizados horizontalmente ao longo do rostro e dentes que não se projetam para fora e sim são inseridos em alvéolos individuais. Similar a anatomia rostral de lagartos varanídeos, os quais possuem tecidos moles extensos ao contrário de crocodilomorfos que apresentam dentes expostos. Argumentos contrários incluem interpretações errôneas da articulação do crânio de tiranossaurídeos e alosaurídeos e a similaridade da textura rostral de *Daspletosaurus* com a textura rostral de *Alligator*. Contudo, o debate sobre lábios em Saurischia tem-se restringido ao clado Theropoda e eles ainda não foram formalmente inferidos nos clados Herrerasauria e Sauropodomorpha. Recentemente, foram propostos dois experimentos para inferir a presença de tecidos moles labiais em dinossauros saurísquios: regressão linear simples logaritmizada e histologia comparada de dentes. Estamos replicando a histologia comparada em cinco espécimes de arcossauros do Triássico Superior do Rio Grande do Sul. Dois espécimes encontram-se preparados: um arcossauro indeterminado e um herrerasaurídeo (*Gnathovorax cabreirai*). A estrutura interna do esmalte destes espécimes está preservada e uniforme nos lados labial e lingual de ambos. Tal preservação permite inferir que estes indivíduos possuíam lábios em vida, os quais seriam similares aos de membros modernos de Squamata que protegiam seus dentes contra danos físicos, desgaste e oxidação.

Palavras-chave: Amelogênese; Pseudosuchia; Saurischia; Herrerasauridae; Theropoda.

1 INTRODUÇÃO

Desde 1986 tem-se debatido sobre a presença de tecidos moles labiais em dinossauros saurísquios (Bakker, 1986; Ford, 1997; Morhardt, 2009; Carr *et al.*, 2017; Paul, 2018; Bouabdellah *et al.*, 2022; Cullen *et al.*, 2023). Neste contexto anatômico, lábios são definidos como tecidos moles extensos em forma de gengivas densas e escamas labiais que cobrem completamente os dentes e a cavidade oral de um réptil (Superclado Sauropsida), formando o selo oral (Bakker 1986, Morhardt, 2009; Paul, 2018; Cullen *et al.*, 2023). Esse tipo de lábio pode ser observado em membros modernos de Squamata: serpentes, tuataras e lagartos (Paul, 2018).

A presença desse tipo de tecido mole em dinossauros foi formalmente inferida em 1986, com o seguinte argumento: a região rostral de dinossauros saurísquios teráptodes apresenta forames neurovasculares organizados horizontalmente, os quais seriam passagem de

vasos sanguíneos e nervos (Bakker, 1986). Mais tarde em 1997, tais argumentos foram refutados com uma série de interpretações errôneas da anatomia craniana de diferentes espécimes de Tyrannosauridae e Allosauridae (Ford, 1997). Sugeriu-se que os forames rostrais não seriam neurovasculares e sim forames nutritivos e também sugeriu-se que o dentário de saurísquios deveria ser pressionado contra o palato, de forma que os dentes ficassem protegidos dentro da boca enquanto os dentes maxilares ficavam expostos como os de crocodilomorfos modernos. Além disso Ford (1997), sugeriu que os dentes dos dinossauros terópodes eram longos demais para terem sido cobertos por lábios. Ele não considerou que os dentes dos seus espécimes estavam deslocados para fora dos seus alvéolos (Paul, 2018 *contra* Ford, 1997).

Outros argumentos contra a presença de lábios incluem: *extended phylogenetic bracketing*, onde considerou-se que nos arcossauros modernos as aves tem bico e crocodilomorfos têm dentes expostos logo a condição basal de Archosauria seria ausência de lábios (Bouabdellah *et al.*, 2022); a salivação seria suficiente para manter os dentes hidratados (Bouabdellah *et al.*, 2022); a textura rugosa e os forames do rosto do tiranossaurídeo *Daspletosaurus horneri* são similares à de *Alligator mississippiensis*, logo a estrutura de tecidos moles poderia ser similar (Carr *et al.*, 2017).

Morhardt (2009) e Paul (2018) sugeriram que a presença de lábios em dinossauros seria obrigatória para a maioria dos táxons, eles retomaram o argumento de Bakker (1986) e descreveram as similaridades da organização dos dentes e forames rostrais de Theropoda com lepidossauros modernos. Cullen *et al.* (2023), complementou o debate sobre essas semelhanças e testou dois experimentos para rebater os argumentos de Ford (1997). O primeiro foi uma regressão linear simples logaritmizada do comprimento total do crânio contra a altura do dente maxilar mais alto de 40 lagartos varanídeos e 37 dinossauros terópodes do clado Coelosauria (Cullen *et al.*, 2023). O segundo histologia comparada do dente maxilar de um *Daspletosaurus* sp. (aproximadamente 70 milhões de anos) e de um *Alligator mississippiensis* vivente (Cullen *et al.*, 2023).

A cavidade pulpar e a estrutura interna do esmalte do dente maxilar de *Daspletosaurus* sp. estão intactos, enquanto que o dente de *Alligator* tem sua estrutura mais desgastada no lado labial do que no lado lingual e a cavidade pulpar está corrompida (Cullen *et al.*, 2023). Répteis com dentes expostos normalmente apresentam danos em seus dentes enquanto que répteis com dentes protegidos por lábios mantêm estas estruturas intactas por mais tempo (Cullen *et al.*, 2023). Contudo toda a discussão de lábios em dinossauros saurísquios está restringida ao clado Theropoda, sendo que os clados Herrerasauria e Sauropodomorpha do período Triássico ainda carecerem de discussões formais detalhadas desse aspecto paleobiológico em literatura (Serenó *et al.*, 2013; Wiersma; Sander, 2017).

O objetivo deste trabalho é replicar os experimentos de Cullen *et al.* (2023) em espécimes de Sauropodomorpha e Herrerasauria do Triássico Superior do Sul do Brasil. Neste momento, descrevemos resultados parciais de histologia comparada de dois espécimes: CAPP/UFMS sem número e CAPP/UFMS 009. Nossa hipótese é que os arcossauros da coleção do CAPP/UFMS mantêm a estrutura interna do seu esmalte uniforme nos lados lingual e labial como o espécime de *Daspletosaurus* de Cullen *et al.* (2023).

2 MATERIAL E MÉTODOS

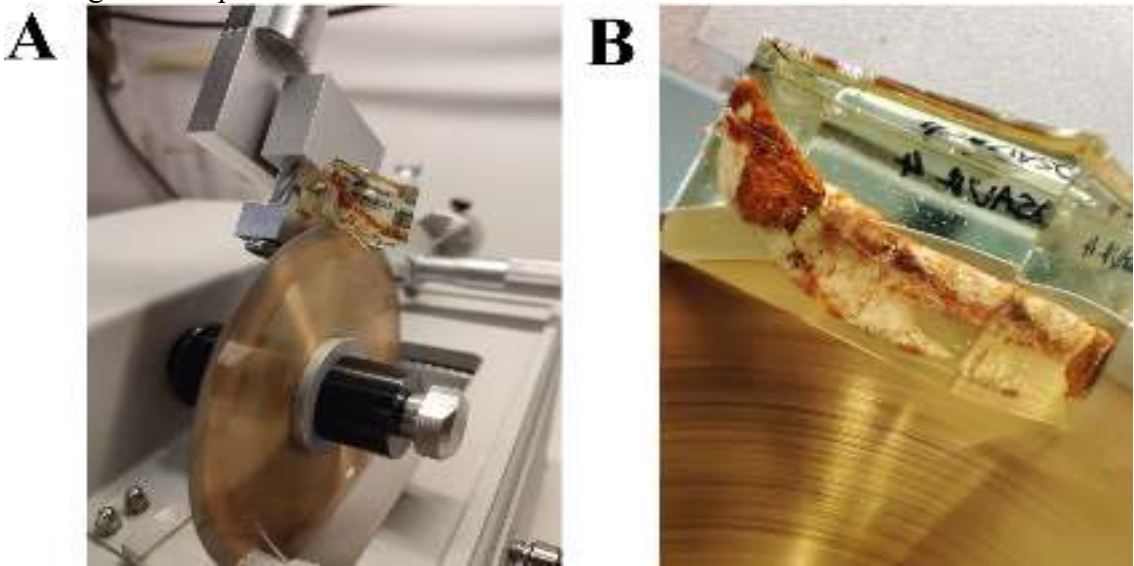
Todos os espécimes escolhidos se encontram na coleção paleontológica do Centro de Apoio à Pesquisa Paleontológica da Quarta Colônia da Universidade Federal de Santa Maria, São João do Polêsine. Selecionou-se cinco dentes maxilares isolados (Tabela 1), os quais foram enviados ao Laboratório de Osteologia e Histologia *Bones Lab* da Universidade de Bologna, campus Ravenna, Itália, para serem seccionados. Cada espécime foi mergulhado em resina de poliéster dentro de um pequeno container de polipropileno. A resina foi deixada para

curar durante 24 horas. Depois foi feito um corte vertical em cada um dos espécimes. O corte vertical foi realizado em uma serra de alta velocidade (Figura 2) e as lâminas foram processadas por microscopia petrográfica. Todo este processo seguiu os métodos propostos por Padian e Lamm (2013) para a histologia de tetrápodes fossilizados.

Tabela 1. Espécimes escolhidos para o presente trabalho.

Táxon	Espécime	Status	Referência
Archosauria indet.	CAPPA/UFSM sem número	preparado	não descrito em literatura
<i>Gnathovorax cabreirai</i>	CAPPA/UFSM 009	preparado	Pacheco <i>et al.</i> , 2019
<i>cf. Gnathovorax cabreirai</i>	CAPPA/UFSM 0403	em preparação	Pacheco <i>et al.</i> , 2019
<i>Dynamosuchus collesinensis</i>	CAPPA/UFSM 0248	em preparação	Müller <i>et al.</i> , 2020
<i>Macrocollum itaquii</i>	CAPPA/UFSM 001a	em preparação	Müller <i>et al.</i> , 2018

Figura 1. A, processo de corte histológico em serra de alta velocidade. B, *close up* do corte histológico do espécime CAPPA/UFSM 009.



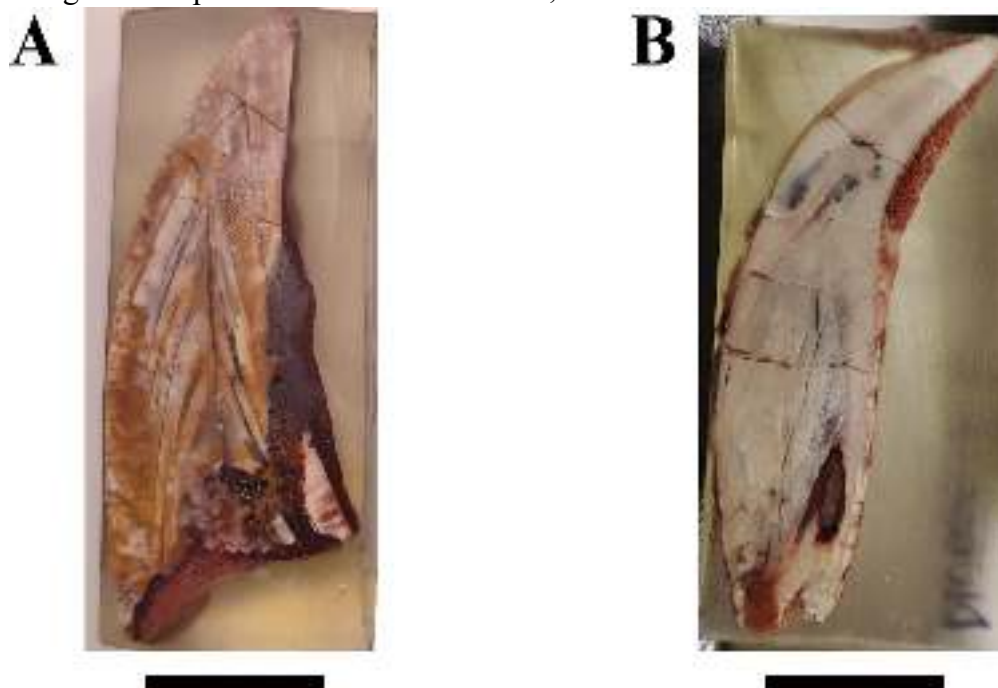
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

CAPPA/UFSM sem número, originário do sítio paleontológico Pivetta (Restinga Seca, Rio Grande do Sul) representa uma coroa parcial de dente maxilar distal de um arcossauro indeterminado, pode ter pertencido tanto a um dinossauro quanto a um pseudosúquio, porque a sua forma zifodonte (triangular, curvada e serrilhada) é presente tanto em Dinosauria quanto em Pseudosuchia e em membros vivos de Squamata, como lagartos varanídeos (Hendrickx *et al.*, 2015; Le Blanc *et al.*, 2024).

A estrutura interna do seu esmalte (Figura 2) está preservada e não está mais desgastada em um lado do que no outro, confirmando nossa hipótese. Nove linhas de crescimento de von Ebner são visíveis na dentina, elas representam períodos de amelogenese

e crescimento do dente, as quais podem ser úteis para estimar o tempo de reposição dental (Heckeberg; Rauhut, 2020). Contudo para isso são necessários dois dentes de um mesmo alvéolo de um mesmo indivíduo, o que infelizmente não temos preservado (Heckeberg; Rauhut, 2020). Quatro fraturas são visíveis, as quais provavelmente são resultado de diagênese e não de desgaste *in vivo*. A porção apical da cavidade pulpar é visível na base da coroa, mas está partida ao meio devido a preservação e ainda possui um pouco de sedimento associado.

Figura 2. A, corte histológico do espécime CAPPA/UFSM sem número, escala = 3 cm. B, corte histológico do espécime CAPPA/UFSM 009, escala = 7 mm.



O espécime CAPPA/UFSM 0009 representa o dente maxilar esquerdo completo do holótipo do herrerassaurídeo *Gnathovorax cabreirai*, originário do sítio paleontológico Marchezan (São João do Polêsine, Rio Grande do Sul) (Pacheco *et al.*, 2019). Este dente também possui forma zifodonte (Hendrickx *et al.*, 2015). A estrutura interna do seu esmalte também se mantém proporcional tanto no lado lingual como no lado labial. A raiz é longa e as linhas de crescimento de von Ebner são mais numerosas, porém difíceis de serem visualizadas a olho nu devido ao tamanho pequeno do espécime. Há mais fraturas do que o espécime anterior, e uma cavidade é visível na sua porção distal, a qual pode não ser a cavidade pulpar e sim uma fratura causada por um dente de reposição *sensu* Mateus e Estraviz-López (2022).

4 CONCLUSÃO

Os espécimes preparados até agora apresentam a estrutura interna de seu esmalte preservada e uniforme nos lados labial e lingual como o espécime de *Daspletosaurus* de Cullen *et al.* (2023). Tal preservação permite inferir que os arcossauros da presente proposta possuíam tecidos moles labiais que protegiam seus dentes contra danos físicos, desgaste e oxidação (Paul, 2018; Cullen *et al.*, 2023). Outros caracteres morfológicos que corroboram esta hipótese são os crânios com forames neurovasculares horizontalmente distribuídos ao longo do rosto e os dentes não projetados para fora e sim fixados em alvéolos individuais (Bakker, 1986; Morhardt, 2009; Paul, 2018; Cullen *et al.*, 2023).

REFERÊNCIAS

BAKKER, R. T. **The Dinosaur Heresies: New Theories unlocking the Mysteries of the Dinosaurs and their Extinction.** New York: William Morrow and Company, INC, 1986.

BOUABDELLAH, F.; LESSNER, E.; BENOIT, J. The rostral neurovascular system of *Tyrannosaurus rex*. **Palaeontologia Electronica**, v. 25, n. 1, a3, 2022. doi.org/10.26879/1178

CARR, T. D.; VARRICCHIO, D. J.; SEDLMAYR, J. C.; ROBERTS E. M.; MOORE, J. R. A new tyrannosaur with evidence for anagenesis and crocodile-like facial sensory system. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 444942, 2017. doi.org/10.1038/srep44942

CULLEN, T. M.; LARSON, D. W.; WITTON, M. P.; SCOTT, D.; MAHO, T.; BRINK, K. S.; EVANS, D. C.; REISZ, R. Theropod dinosaur facial reconstruction and the importance of soft tissues in paleobiology. **Science**, v. 379, p. 1348-1352, 2023. doi.org/10.1126/science.abo7877

FORD, T. L. Did theropod had lizard lips? **Southwest Paleontological Symposium, Proceedings**, 1997.

HECKEBERG, N. S.; RAUHUT, O. W. M. Histology of spinosaurid dinosaur teeth from the Albian-Cenomanian of Morocco: Implications for tooth replacement and ecology. **Palaeontologia Electronica**, v. 23, n. 3, p. a48, 2020. doi.org/10.26879/1041

HENDRICKX, C.; MATEUS, O.; ARAÚJO, R. A proposed terminology of theropod dinosaur teeth (Dinosauria, Saurischia). **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 35, n. 5, p. e982797, 2015. doi.org/ 10.1080/02724634.2015.982797

LE BLANC, A. R. H.; MORRELL, A. P.; SIROVICA, S.; AL-JAWAD, M.; LABONTE, D.; D'AMORE, D. C.; CLEMENTE, C.; WANG, S.; GIULIANI, F.; MCGILVE, M. C.; PITMAN, M.; KAYE, T. G.; STEVENSON, C.; CAPON, J.; TAPLEY, B.; SPIRO, S.; ADDISON, O. Iron-coated Komodo dragon teeth and the complex dental enamel of carnivorous reptiles. **Nature Ecology & Evolution**, p. 1-12, 2024. doi.org/10.1038/s41559-024-02477-7

MATEUS, O.; ESTRAVIZ-LÓPEZ, D. A new theropod dinosaur from the early cretaceous (Barremian) of Cabo Espichel, Portugal: Implications for spinosaurid evolution. **PLoS ONE**, v. 17, n. 2, e0262614, 2022. doi.org/10.1371/journal.pone.0262614

MORHARDT, A. C. **Dinosaur Smiles: Do the Texture and Morphology of the Premaxilla, Maxilla, and Dentary Bones of Sauropsids Provide Osteological Correlates for Inferring Extra-Oral Structures Reliably in Dinosaurs?** 2009. 48 p. Dissertação (Master of Science) – Western Illinois University, Condado de Macomb, Illinois, Estados Unidos da América, 2009.

MÜLLER, R. T.; LANGER, M. C.; DIAS-DA-SILVA, S. An exceptionally preserved association of complete dinosaur skeletons reveals the oldest long-necked sauropodomorphs. **Biology Letters**, v. 14, 20180633, 2018. doi.org/10.1098/rsbl.2018.0633

MÜLLER, R. T.; BACZKO, B. V.; DESOJO, J. B.; NESBITT, S. The first ornithosuchid from Brazil and its macroevolutionary and phylogenetic implications for Late Triassic faunas

in Gondwana. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 65, n. 1, p 1-10, 2020.
doi.org/10.4202/app.00652.2019

PACHECO, C.; MÜLLER, R. T.; LANGER, M.; PRETTO, F. A.; KERBER, L.; DIAS DA SILVA, S. *Gnathovorax cabreirai*: a new early dinosaur and the origin and initial radiation of predatory dinosaurs. **PeerJ**, v. 7, e7963, 2019. doi.org/10.7717/peerj.7963

PADIAN, K.; LAMM, E-T. **Bone Histology of Fossil Tetrapods**: advancing methods, analysis, and interpretation. Berkeley, Los Angeles: University of California Press, 2013.

PAUL, G. S. Non-ornithischian dinosaurs probably had lips, here's why. **Prehistoric Times**, v. 127, p. 44-99, 2018.

SERENO, P. C.; MARTÍNEZ, R. N.; ALCOBER, O. A. Osteology of *Eoraptor lunensis* (Dinosauria, Sauropodomorpha). **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 32, n. 6, p. 83-179, 2013. doi.org/10.1080/02724634.2013.820113

WIERSMA, K.; SANDER, P. M. The dentition of a well-preserved specimen of *Camarasaurus* sp.: implications for function, tooth replacement, soft part reconstruction, and food intake. **PalZ**, v. 91, p. 145-165, 2017. doi.org/10.1007/s12542-016-0332-6