

## HISTOLOGIA DE DENTES (DINOSAURIA E CROCODYLORPHA) E OSSOS FRAGMENTADOS DO NEOCRETÁCEO DO PONTAL DO TRIÂNGULO MINEIRO E OESTE DE SÃO PAULO

Fellipe Pereira MUNIZ <sup>1</sup>

Paulo Victor Luiz Gomes da Costa PEREIRA <sup>2</sup>

Carlos Roberto dos Anjos CANDEIRO <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Ciências Biológicas. Colaborador do Laboratório de Geologia, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia - UFU/Campus Pontal. fellipemuniz@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Biólogo, Mestre em Geociências. Colaborador do Laboratório de Macrofósseis, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. paulovictor29@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Biólogo e Geógrafo, Doutor em Geologia. Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal. Coordenador do Laboratório de Geologia, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia - UFU/Campus Pontal. candeiro@pontal.ufu.br

**RESUMO.** Os estudos histológicos de dentes e ossos de vertebrados extintos têm permitido o avanço no conhecimento sobre aspectos da sua fisiologia, crescimento e ecologia. Neste trabalho são descritos e analisados cortes histológicos de dentes de dinossauro e crocodylomorfo, além de ossos fragmentados indeterminados, provenientes do Pontal do Triângulo Mineiro e oeste de São Paulo. As microestruturas dentárias observadas incluem os túbulos dentinários e zonas opacas na dentina provavelmente originadas durante o processo tafonômico ou ação de microrganismos. A estrutura da dentina do dente de crocodylomorfo se apresentou mais preservada e foi possível identificar as linhas de von Ebner e uma linha interpretada como a linha de “contorno de Owen”. Os cortes histológicos dos ossos fragmentados também permitiram a observação e descrição da sua microestrutura, indicando que a metodologia de cortes histológicos utilizada é adequada para o estudo vertebrados fósseis provenientes do Neocretáceo do Brasil.

**Palavras-chave:** histologia; dentes; linhas de von Ebner ; ossos; Cretáceo Superior

**ABSTRACT.** *Histology of Dinosaur and Crocodylomorph teeth and fragmented bones from the Late Cretaceous of the "Pontal do Triângulo Mineiro" Region and Western São Paulo State.* The histological studies of teeth and bones of fossil vertebrates has allowed the advance in the knowledge of their physiology, growth patterns and ecology. This work describes and analyses the histology of dinosaur and crocodylomorph teeth and indeterminate fragmented bones from the Late Cretaceous of the Triângulo Mineiro region and western São Paulo state. The preserved dental microstructures include the dentinal tubules and opaque regions in the dentine probably originated by microorganisms and/or during the taphonomic process. The dentine observed in the transverse section of the crocodylomorph tooth is more preserved and allowed the identification of the lines of von Ebner and a line identified as the “contour line of Owen”. The histologic slides also permitted the description of the microstructure of the fragmented bones, showing that the methodology used to prepare the histological are appropriate to the study of vertebrate fossils from the Late Cretaceous of Brazil.

**Key-words:** histology; teeth; lines of von Ebner; bones; Upper Cretaceous

### INTRODUÇÃO

O processo de fossilização é capaz de preservar tecidos duros de animais fósseis, assim como estruturas internas microscópicas de tecido ósseo, tendões ossificados, cascas de ovos e dentes (LAMM, 2007), sendo que essas microestruturas podem ser estudadas através de cortes delgados analisados através de microscópio óptico. Os estudos paleohistológicos têm contribuído para o conhecimento da fisiologia, comportamento, crescimento (aspectos ontogenéticos, por exemplo), patologia e anatomia funcional dos animais extintos (e.g. BOTHA;

CHINSAMY, 2000; HORNER et al., 2000; HORNER; PADIAN, 2004; LAMM, 2007; VARRICCHIO et al., 2008; CHINSAMY et al., 2014). Diante do potencial desses estudos, se verifica o aumento do número de trabalhos nesta área desde a última década, inclusive com espécimes do Brasil (e.g. SAYÃO, 2003; MEUNIER; BRITO, 2004; CERDA et al., 2011; ANDRADE; SAYÃO, 2014; DA COSTA et al., 2014). A maioria dos trabalhos paleohistológicos no Brasil se concentra no estudo de estruturas ósseas, sendo poucos os trabalhos dedicados ao estudo de micro-estruturas de dentes dentre os quais citam-se os estudos de Richter (2005) em

dentos de um tubarão brasileiro, Cabreira e Cisneros (2009) em dentes de Parareptilia e Pretto, Cabreira e Schultz (2014) em dentes de mesossauros, sendo que foi constatado no levantamento bibliográfico apenas um estudo histológico de dentes de dinossauros no Brasil (RIBEIRO FILHO et al., 2013).

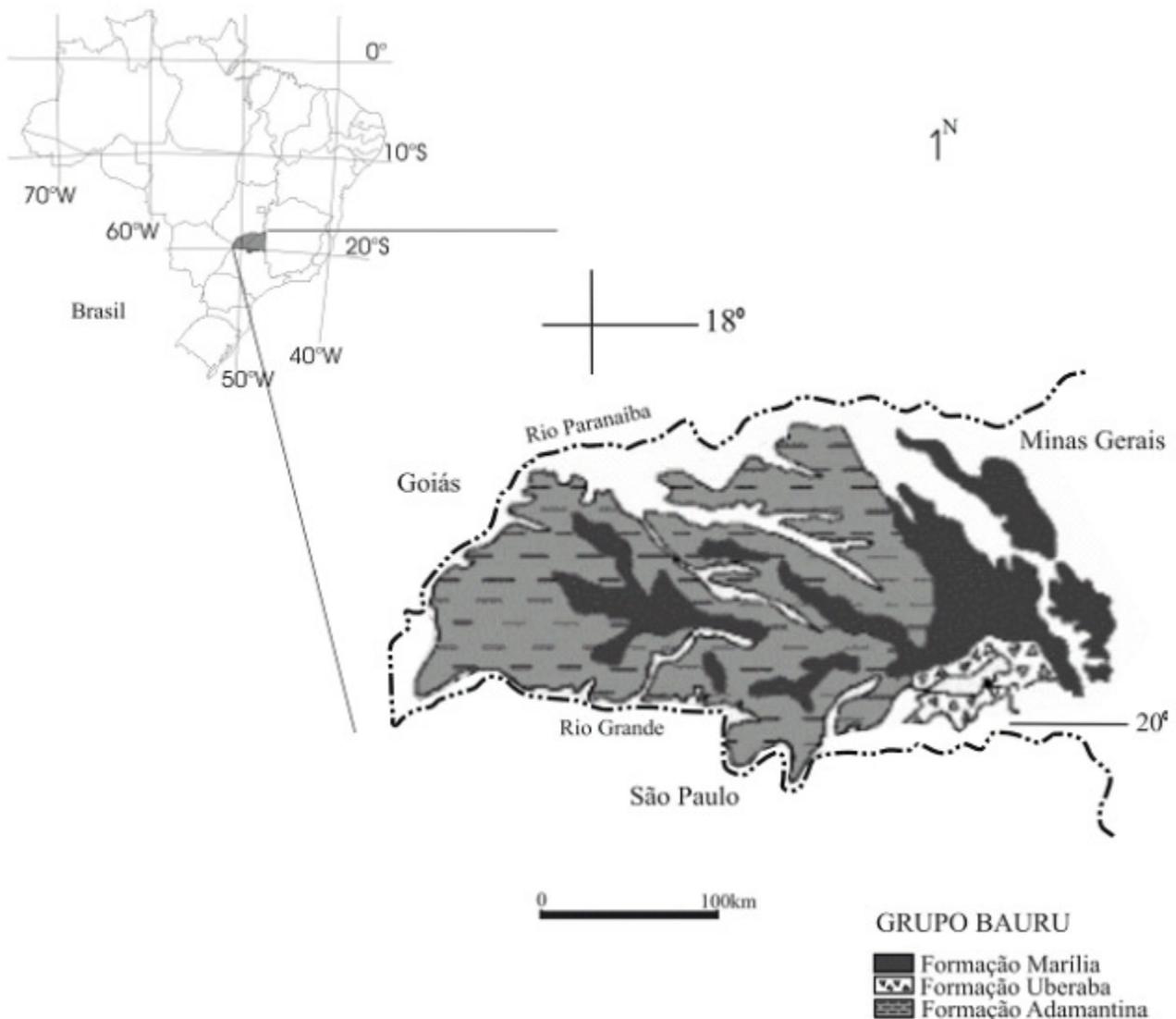
A dentina é uma das estruturas do dente, um tecido mineralizado que suporta internamente o esmalte e envolve a cavidade pulpar (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008). Alguns autores (e.g., ERICKSON, 1996; ZAHER; RIEPPEL, 1999; GREN, 2011;) verificaram em dentes de dinossauros, crocodyliformes e mosassauros as linhas incrementais de crescimento “Linhas de von Ebner” que surgem no processo de mineralização dentária (faixas hipocalcificadas), sendo que estas linhas podem ser identificadas, a partir de cortes histológicos sob radiografia ou microscópio, pela alternância de zonas opacas e zonas claras. As linhas refletem a formação diária de dentina e

podem ser utilizadas para o melhor entendimento da formação de dentes e estimação das taxas de substituição de dentes de animais vivos e extintos, já que provavelmente as linhas são homólogas para todo o grupo Amniota (ERICKSON, 1996).

Restos de dinossauros, principalmente dentes, têm sido encontrados em sedimentos do Cretáceo Superior do Pontal do Triângulo Mineiro (Fig. 1). Parte destes espécimes está depositada na coleção paleontológica do Laboratório de Geologia/Campus Pontal e são representados por dentes de dinossauros carnívoros e de crocodylomorfos que apresentam razoável estado de preservação, porém carecem de estudos detalhados do ponto de vista paleohistológico.

O objetivo deste trabalho é descrever e analisar a microestrutura de dentes de dinossauro e crocodylomorfo e ossos fragmentados indeterminados provenientes do Neocretáceo da região do Triângulo Mineiro e oeste de São Paulo.

**Figura 1** - Mapa geológico do Grupo Bauru, na região do Triângulo Mineiro (modificado de FERNANDES; COIMBRA, 1996)



## As pesquisas sobre as linhas de crescimento na dentina

O conhecimento sobre as linhas incrementais de crescimento na dentina permitiu a realização de inferências sobre o desenvolvimento dentário e as taxas de reposição de dentes, com aplicação em estudos com vertebrados extintos (e. g. ERICKSON, 1996a; GREN, 2011). As linhas incrementais de crescimento são formadas em um ciclo regular de deposição de dentina, através de deposição de matriz e mineralização de forma alternada (GREN, 2011; NANCI, 2008). Segundo Gren e Lindgren (2013), os estudos sobre essas linhas têm importância para os campos da biologia evolutiva e do desenvolvimento.

De acordo com Erickson (1996a), as linhas de crescimento em dentes de dinossauros foram pela primeira vez ilustrada por Owen (1841, 1845), porém segundo Gren e Lindgren (2013) os primeiros estudos que deram relevância às linhas na dentina foram de Andresen (1898) e von Ebner (1902, 1906) que estudaram as estrias em dentes de primatas, inclusive de humanos. Johnston (1979) realizou cortes transversais em dentes de dinossauros e identificou estrias largas e delgadas alternadas que, segundo o autor, poderiam indicar uma deposição sazonal.

Atualmente são reconhecidos dois padrões de deposição de dentina: linhas de Andresen e linhas de von Ebner. As linhas de Andresen são depositadas em ciclos longos e podem possuir entre elas linhas de ciclos curtos (depositadas diariamente), conhecidas como linhas de von Ebner (DEAN, 1995, 1998; HILLSON, 2005). Erickson (1996b) através de um marcador químico periódico estimou que a deposição de dentina nos crocodilos vivos *Alligator mississippiensis* e *Caiman crocodilus* era diária. Dada à próxima relação filogenética com o táxon Dinosauria e a semelhança morfológica dos dentes, ele sugeriu que as linhas incrementais observadas na dentina de dentes de ambos os grupos eram homólogas e indicariam um padrão de deposição diária (ERICKSON, 1996a). Após as contribuições de Erickson (1996a, 1996b) e outros autores, surgiram outros trabalhos sobre as linhas incrementais de crescimento (e.g. SERENO et al., 2007; GREN, 2011; SCHEYER; MOSER, 2011; CHINSAMY et al., 2012; D'EMIC et al., 2013; GREN; LINDGREN, 2013;).

Erickson (1996b) estimou a taxa de formação e substituição de dentes de dinossauros Theropoda e Hadrosauridae do Neocretáceo das formações Prince Creek e Hell Creek de Montana e Alasca, nos Estados Unidos. Análise similar foi realizada por Gren (2011) e Gren e Lindgren (2013) com dentes de cinco gêneros de mosassauros e um gênero de crocodylomorfo do Cretáceo da Bacia Kristianstad, Suécia. Sereno et al. (2007) estimaram a taxa de substituição de dentes do

saurópode *Nigersaurus taqueti*, que seria de um dente por mês, compondo umas das drásticas adaptações para a herbivoria em dinossauros. D'Emic et al. (2013) calcularam as taxas de formação e substituição de dentes dos saurópodes *Camarasaurus* e *Diplodocus*. De acordo com os autores as diferenças nas taxas de substituição entre os Sauropodomorpha indicam diferentes estratégias/escolhas de alimentação, além disso os neosaurópodes mais antigos apresentaram altas taxas de substituição de dentes e os titanossauros e diplodocóideos derivados apresentaram as mais altas taxas de substituição dentária em relação aos outros Archosauria (D'EMIC et al., 2013).

Uma das questões mais recentes sobre as pesquisas sobre as linhas incrementais de crescimento foi salientada por Scheyer e Moser (2011), onde linhas incrementais com o mesmo espaçamento são descritas como linhas de von Ebner ou Andresen. Os mesmos autores ao estudarem as linhas de crescimento na dentina de ictiossauro, verificaram a presença de linhas muito pequenas, interpretadas pelos autores como linhas de von Ebner, e outro conjunto de linhas com o espaçamento maior e largura comparável ao que outros autores identificaram como as linhas de von Ebner em dentes de outros grupos de vertebrados. Gren e Lindgren (2013) chamam a atenção para que se a interpretação de Scheyer e Moser (2011) estiver correta, as linhas de crescimento de trabalhos anteriores descritos como linhas de von Ebner (ERICKSON, 1996a; SERENO et al., 2007; D'EMIC et al., 2009, 2012, 2013; GREN, 2011; CHINSAMY et al., 2012; GREN; LINDGREN, 2013) seriam na verdade linhas de Andresen, sugerindo uma taxa de substituição e formação dentária mais rápida do que se pensava. Estes mesmos autores discutem também que há a possibilidade de haver três conjuntos de linhas de crescimento em dentes de mosassauros (a terceira com espaçamento menor que 6µm), mas esta hipótese ainda não foi confirmada, merecendo maior atenção em trabalhos futuros.

## MATERIAL E MÉTODOS

O dente de dinossauro foi coletado no município de Campina Verde, estado de Minas Gerais, em sedimentos da Formação Marília (Grupo Bauru). O dente de crocodylomorfo é proveniente do município de Santo Anastácio, estado de São Paulo, em sedimentos da Formação Adamantina (Grupo Bauru). Os dois ossos fósseis fragmentados estudados nesta pesquisa provêm de sedimentos da Formação Adamantina, do município de Prata, no estado de Minas Gerais. Todos os materiais são do Cretáceo Superior e não possuem números de coleção por não estarem tombados.

A preparação das lâminas histológicas seguiu a metodologia proposta por Chinsamy e Raath (1992). O material foi impregnado em resina e para a realização dos cortes foi utilizada a máquina Isomet 4000 da marca Buehler que possui uma serra da série de diamante “Wafering blade series 15 HC diamond” própria para o corte de ossos. Após os cortes, as amostras receberam uma mistura de Araldite GY -1109 (20 mL), Endurecedor Hy – 951 (2 mL) e acetona P. A. (20 mL) e o excesso de película foi eliminado esfregando a lâmina em sílica em pó com granulometria 600. O desbaste foi feito por fricção da amostra em pó abrasivo composto de sílica esmeril de diferentes granulometrias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Dinosauria. UFU-Pontal / UFU-001 (Fig. 2 e Fig. 3)

**Descrição:** O dente mede 23 mm de comprimento. Um corte histológico transversal foi feito aproximadamente na região média da coroa do dente. Parte da estrutura do dente foi perdida por quebra. A cavidade pulpar tem formato elíptico e está preenchido por sedimento. A partir da cavidade pulpar túbulos dentinários se estendem radialmente do centro para a região externa (Fig. 3). Algumas regiões do dente se apresentam de forma opaca e os túbulos dentinários não podem ser facilmente observados. Nenhuma linha de von Ebner foi observada.

**Discussão:** As regiões opacas na dentina podem ter sido provocadas tafonomicamente ou por ação de microrganismos. Apesar da observação de linhas regularmente espaçadas, elas não foram interpretadas como as linhas de von Ebner porque essas se desenvolvem paralelamente à cavidade pulpar e ao limite da coroa do dente de maneira concêntrica (e. g. ERICKSON, 1996a), enquanto que as linhas observadas no espécime (Fig. 2.) não seguem o sentido da cavidade pulpar e não respeitam os limites do dente. Portanto, essas linhas são consideradas artificiais e provavelmente têm origem na preparação das lâminas para a observação em microscópio.

### Crocodylomorpha. UFU-Pontal / UFU-002 (Fig 4 e Fig 5)

**Descrição:** O dente mede 20 mm de comprimento. Foi realizado um corte histológico transversal na região média da coroa. A cavidade pulpar tem formato arredondado e está preenchido por sedimentos. Da região pulpar saem radialmente numerosos túbulos dentinários em direção à região exterior do dente. Algumas linhas (quatro) acompanham paralelamente o contorno da cavidade pulpar, de maneira concêntrica, e são

interpretadas como as linhas de von Ebner. Algumas dessas linhas são realçadas pela deposição de minerais, provavelmente secundariamente. Grande parte das microestruturas dentárias foi perdida e não puderam ser observadas devido à existência de zona opaca e regiões transparentes pela dentina. Uma linha acentuada e bem distinta é interpretada como sendo possivelmente uma “linha de contorno de Owen”.

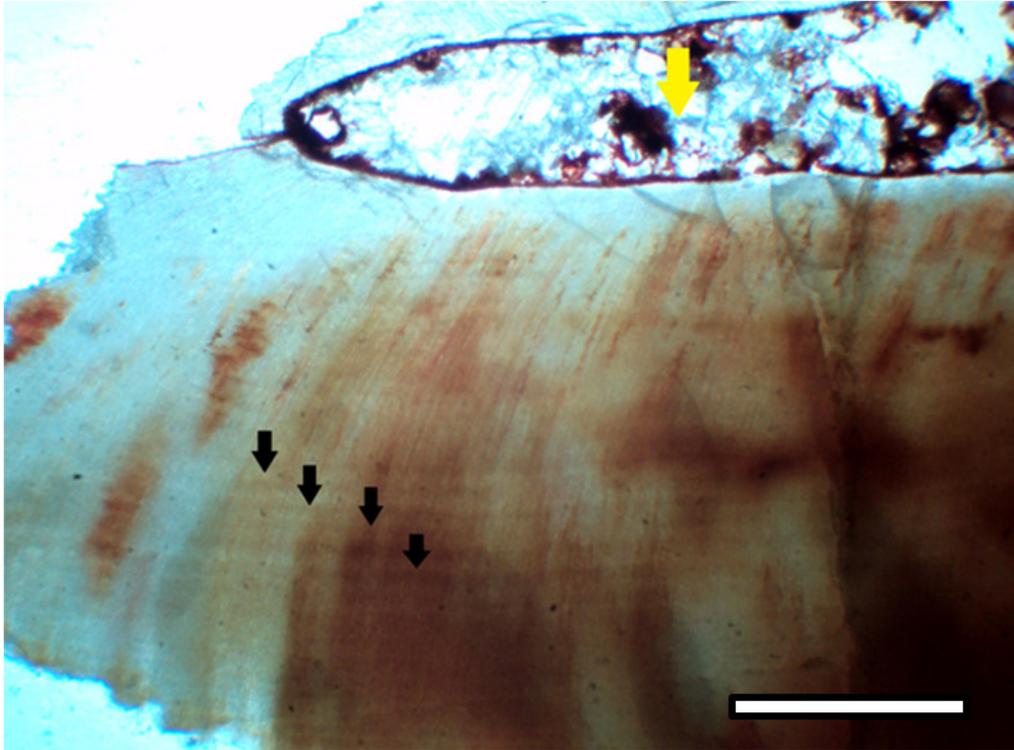
**Discussão:** As regiões de coloração modificada e/ou com as microestruturas dentárias danificadas podem ter sido causadas pelo processo de preservação (e.g., recristalização), pela atividade de microrganismos, como bactérias e fungos, e/ou contaminação secundária por minerais (GREN, 2011). Também foram encontradas linhas artificiais (Fig. 4) com a mesma justificativa anterior. Como as *linhas de von Ebner* encontradas eram poucas e com espaçamento irregular, não foi possível quantificar o número total de linhas de von Ebner e a taxa de deposição de dentina, apesar das linhas indicarem que o dente já possuía mais de quatro dias de formação. A linha de “contorno de Owen” indica uma alteração no processo de mineralização e deposição de dentina que pode ter sido causado por algum tipo de estresse fisiológico durante este processo (NANCI, 2008).

### UFU – Pontal / UFU -003

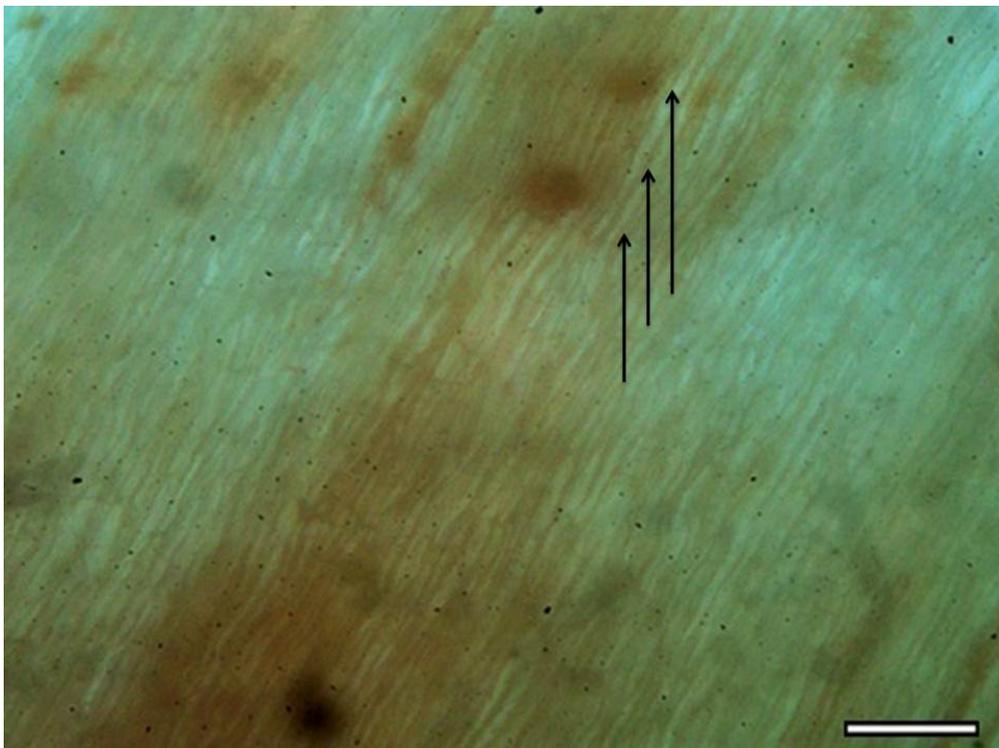
**Descrição:** Na Fig. 6 é possível observar a microestrutura óssea de cortes histológicos transversais de dois ossos fragmentados A (1 e 2) e B (1 e 2). Os espécimes são essencialmente compostos por osso compacto, identificado por sua forma mais densa, elevada presença de ósteons e baixa porosidade, sugerindo que a região observada nas lâminas é mais externa. Não é possível visualizar a formação de tecido primário e de anéis de crescimento. A presença de ósteons secundários, que algumas vezes se sobrepõem, e de cavidades de reabsorção sugerem a formação de tecido secundário através de remodelação.

**Discussão:** A identificação do tecido primário com a possível presença de anéis de crescimento foi impossibilitada pela natureza fragmentária do material que não preservou as regiões mais externas dos ossos e/ou de regiões mais adequadas dos ossos para a visualização dessas estruturas. A presença de osteoclastos em ossos fósseis pode ser evidenciada pelas ocorrências das cavidades de reabsorção. É interessante notar que o tecido ósseo compacto é característico, mas nem sempre, da região do córtex. A presença de ósteons secundários no córtex, em adição a outras características, já foi utilizada como indicio de que ossos não pertenceriam a um indivíduo juvenil (e.g. ANDRADE; SAYÃO, 2014), porém a avaliação dessa hipótese para os ossos fósseis em estudo é dificultada pela natureza fragmentária do material.

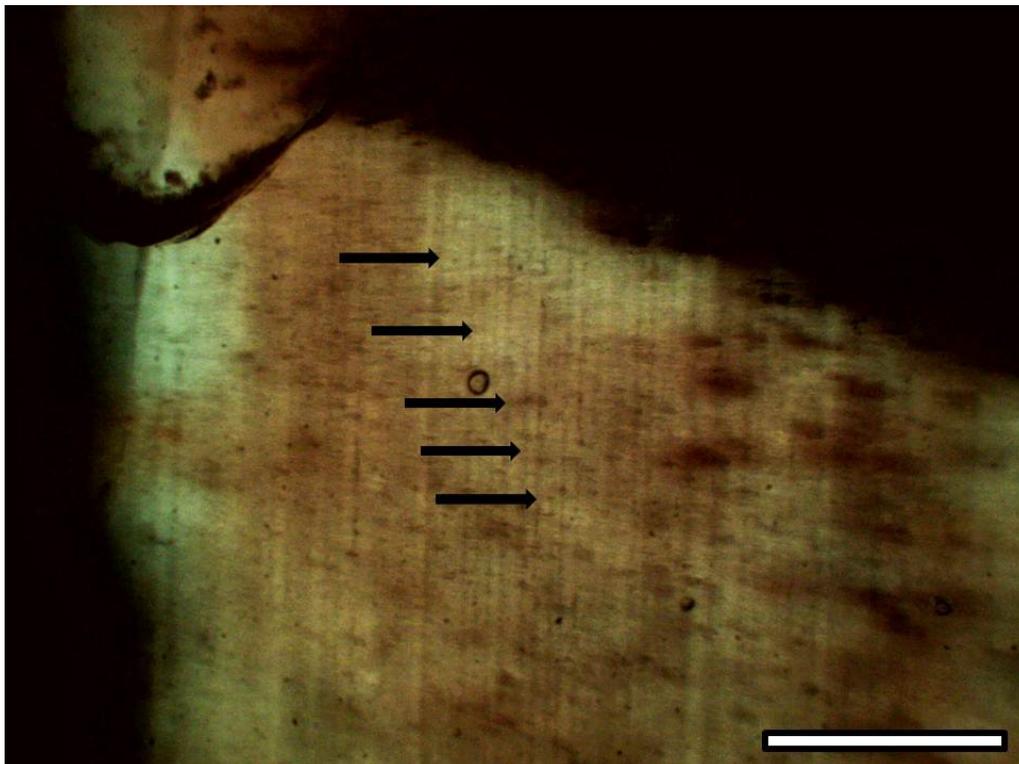
**Figura 2** - Dente pertencente ao grupo Dinosauria - UFU-Pontal/UFU-001. Na parte superior é possível observar a cavidade pulpar do dente. Setas pretas indicam as estrias interpretadas como artificiais e a seta amarela indica a cavidade pulpar preenchida por sedimentos. Aumento de 40x. Escala = 450  $\mu$ m



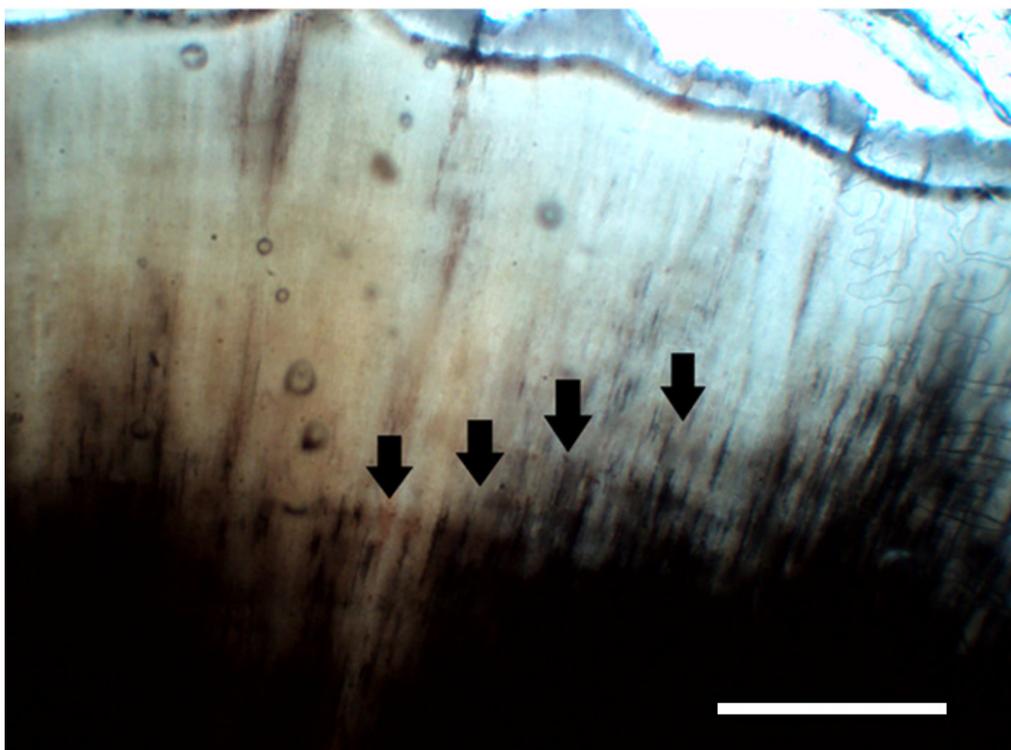
**Figura 3** - Dente pertencente ao grupo Dinosauria - UFU-Pontal/UFU-001. Detalhe para os túbulos dentinários. As setas pretas indicam alguns túbulos dentinários.. Aumento de 100x. Escala = 100  $\mu$ m.



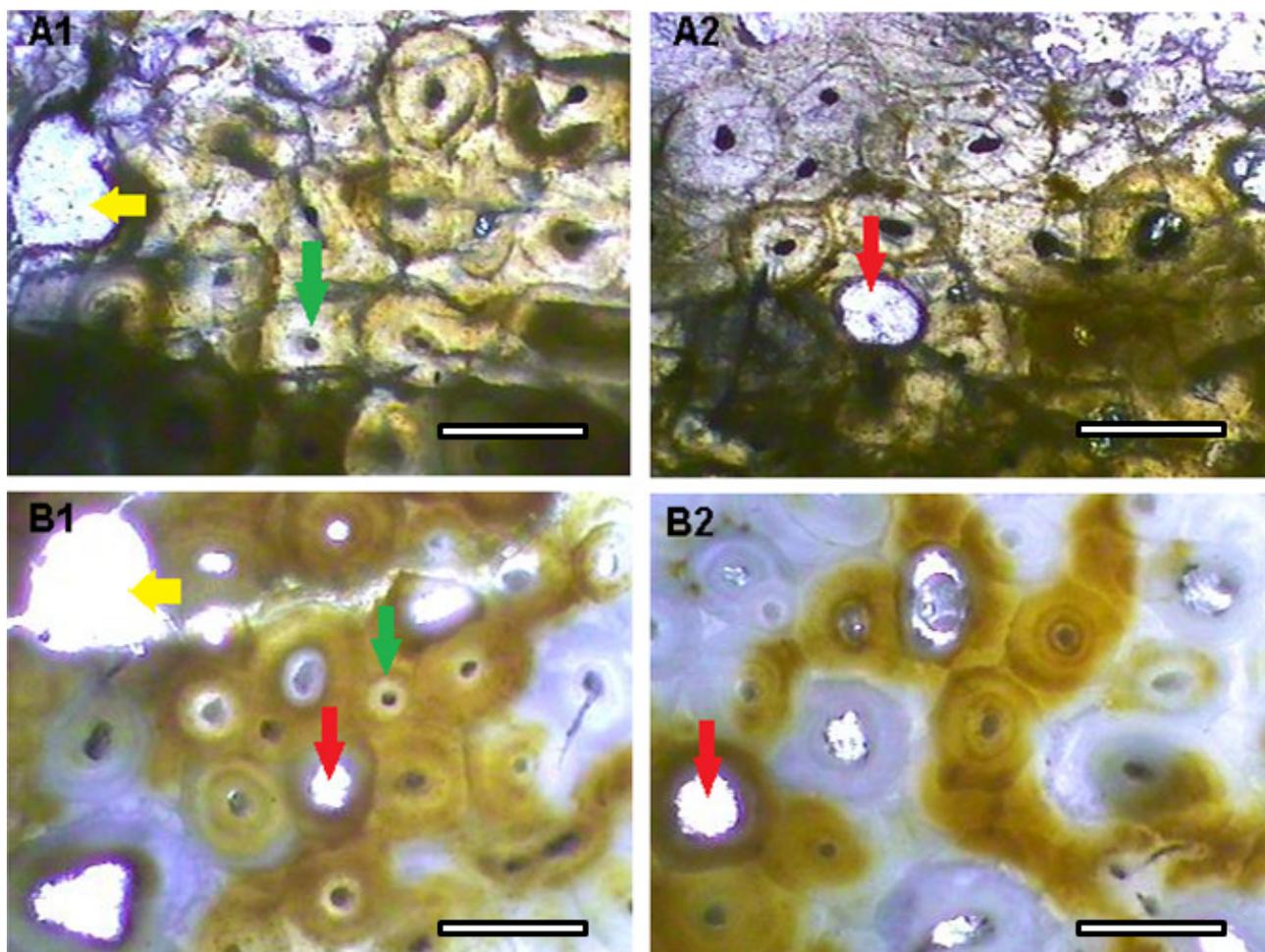
**Figura 4** - Dente pertencente ao grupo Crocodylomorpha - UFU-Pontal/UFU-002. Detalhe de estrias interpretadas como artificiais, indicadas pelas setas pretas. Aumento de 40x. Escala = 450  $\mu$ m



**Figura 5** - Dente pertencente ao grupo Crocodylomorpha - UFU-Pontal/UFU-002. Apesar da estrutura do dente ter sido modificada (zona mais opaca), é possível perceber algumas linhas interpretadas como sendo as linhas incrementais de von Ebner (setas pretas). Aumento de 40x. Escala = 450  $\mu$ m



**Figura 6** - Cortes transversais de ossos fragmentados indeterminados do Neocretáceo do Triângulo Mineiro UFU – Ponta/ UFU -003. Setas amarelas indicam cavidades de reabsorção; setas verdes indicam ósteons primários; setas vermelhas indicam ósteons secundários. Aumento de 40x. Escala = 450 µm



### CONCLUSÕES

Através da metodologia de preparação das lâminas histológicas foi possível observar microestruturas dentárias a partir de cortes transversais de dentes de dinossauro e crocodilomorfo. A análise da dentina do dente de dinossauro permitiu identificar os túbulos dentinários e zonas opacas que provavelmente foram geradas durante o processo tafonômico ou por ação de microrganismos, o que acabou por destruir as microestruturas dentárias. Apesar da ocorrência de zonas opacas também na dentina do dente de crocodilomorfo, outras microestruturas dentárias foram preservadas como algumas linhas de von Ebner e uma linha interpretada como a linha de contorno de Owen que pode indicar algum tipo de estresse fisiológico durante o processo de mineralização e deposição de dentina. A metodologia de corte histológico também se mostrou adequada para o corte de ossos fósseis fragmentados, permitindo a observação e descrição da sua microestrutura. A partir da experiência com a metodologia de cortes

histológicos oportunizada por esta pesquisa, é possível submeter à mesma metodologia materiais com maior grau de preservação e mais taxonomicamente informativos a partir dos quais aspectos taxonômicos, fisiológicos e de crescimento, por exemplo, poderiam ser recuperados.

### AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo consentimento da bolsa de Iniciação Tecnológica ao primeiro autor e Produtividade ao segundo autor.

### REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. C. L. P.; SAYÃO, J. M. Paleohistology and Lifestyle Inferences of a Dyrosaurid (Archosauria: Crocodylomorpha) from Paraíba Basin (Northeastern Brazil). *PloS one*, v. 9 n. 7, e102189. 2014.

- ANDRESEN, V.. Die querstreifung des dentins. **Deutsche Monatsschrift fur Zahnheilkunde**, p. 386-389, 1898.
- BOTHA, J.; CHINSAMY, A. Growth patterns deduced from the bone histology of the Cynodonts *Diademodon* and *Cynognathus*. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 20, n. 4, p. 705–711. 2000.
- CABREIRA, S. F.; CISNEROS, J. C.. Tooth histology of the parareptile *Soturnia caliodon* from the Upper Triassic of Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 54, n. 4, p. 743-748, 2009.
- CERDA, I. A.; DESOJO, J. B. Dermal armour histology of aetosaurs (Archosauria: Pseudosuchia), from the Upper Triassic of Argentina and Brazil. **Lethaia**, v. 44, n. 4, p. 417-428, 2011.
- CHINSAMY, A.; BUFFETAUT, E.; CANOVILLE, A.; ANGST, D. Insight into the growth dynamics and systematic affinities of the Late Cretaceous *Gargantuavis* from bone microstructure. **Naturwissenschaften**, v. 101, n. 5, p. 447- 452. 2014.
- CHINSAMY, A.; TUNOĞLU, C.; THOMAS, Daniel B. Dental microstructure and geochemistry of *Mosasaurus hoffmanni* (Squamata: Mosasauridae) from the Late Cretaceous of Turkey. **Bulletin de la Societe Geologique de France**, v. 183, n. 2, p. 85-92, 2012
- D'EMIC, M. D.; WHITLOCK, J. A.; SMITH, K. M.; WILSON, J. A.; FISHER, D. C. The evolution of tooth replacement rates in sauropod dinosaurs. **Journal of Vertebrate Paleontology**, 29, 84, 2009.
- D'EMIC, M.; WHITLOCK, J.; SMITH, K.; FISHER, D.; WILSON, J. Evolution of High Tooth Replacement Rates in Sauropod Dinosaurs. **PLoS ONE**, v.8,n.7 p. e69235.2013.
- DA COSTA PEREIRA, P.V.L.G.; VICTER, G.D.; PORPINO, K.O.; BERGQVIST, L.P. Osteoderm histology of late Pleistocene cingulates from the intertropical region of Brazil. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 59, n. 3, p. 543 – 552, 2014.
- DEAN, M. C. Comparative observations on the spacing of short-period (von Ebner's) lines in dentine. **Archives of oral biology**, v. 43, n. 12, p. 1009-1021, 1998.
- DEAN, M. C. The nature and periodicity of incremental lines in primate dentine and their relationship to periradicular bands in OH 16 (*Homo habilis*). In **Aspects of Dental Biology; Paleontology, Anthropology and Evolution** (ed. J. Moggi-Cecchi), pp. 239–65, 1995.
- EBNER, V. von. Über die Entwicklung der leimgebenden Fibrillen, insbesondere im Zahnbein. **Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien**, v. 115, p. 281-347, 1906.
- EBNER, V. von. Histologie der Zähne mit Einschluß der Histogenese. **Handbuch der Zahnheilkunde**, p. 243-299, 1902.
- ERICKSON, G. M., Incremental lines of von Ebner in dinosaurs and the assessment of tooth replacement rates using growth line counts, **Proc. Natl. Acad. Sci**, v. 93, p. 14623-14627, 1996a.
- ERICKSON, Gr. M. Daily deposition of dentine in juvenile Alligator and assessment of tooth replacement rates using incremental line counts. **Journal of Morphology**, v. 228, n. 2, p. 189-194, 1996b.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n. 2, p. 195-206, 1996.
- GREAN, J. **Dental histology of Cretaceous mosasaurs (Reptilia, Squamata): incremental growth lines in dentine and implications for tooth replacement**, 2011. 19 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Department of Earth and Ecosystem Sciences Division of Geology, Lund University. 2011.
- GREN, JOHAN A.; LINDGREN, JOHAN. Dental histology of mosasaurs and a marine crocodylian from the Campanian (Upper Cretaceous) of southern Sweden: incremental growth lines and dentine formation rates. **Geological Magazine**, p. 1-10. 2013.
- HORNER, J. R.; PADIAN, K. Age and growth dynamics of *Tyrannosaurus rex*. **Proc. R. Soc. Lond. B**, 271, p. 1875-1880. 2004.
- HORNER, J. R.; RICQLÈS, A.; PADIAN, K. Long bone histology of the hadrosaurid dinosaur *Maiasaura peeblesorum*: Growth dynamics and physiology based on an ontogenetic series of skeletal elements. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 20, n.1, p. 115–129. 2000.
- JOHNSTON, P. Growth bands in dinosaur teeth. **Nature**. 278 (5075), p. 635–636. 1979.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- LAMM, E. T. Paleohistology widens the field of view in paleontology. **Proceedings microscopy and microanalysis**, v. 13, p. 50-51, 2007.
- MEUNIER, F. J.; BRITO, P. M. Histology and morphology of the scales in some extinct and

extant teleosts. **Cybium**, v. 28, n. 3, p. 225-235, 2004.

NANCI, A. **Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure, and Function**, 7th ed. St Louis: Elsevier. 2008.

OWEN, R. **Odontography, or a Treatise on the Comparative Anatomy of the Teeth: their Physiological Relations, Mode of Development and Microscopic Structure in Vertebrate Animals**. Hippolyte Bailliere, London, 1840 – 1845.

PRETTO, F. A.; CABREIRA, S. F.; SCHULTZ, C. L. Tooth microstructure of the Early Permian aquatic predator *Stereosternum tumidum* and paleobiological implications. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 59, n. 1, p. 125-133, 2014.

RIBEIRO FILHO, J. F.; PEREIRA, P. V. L. G. C.; CANDEIRO, C. R. . Estudio preliminar y metodologias aplicadas a los cortes paleohistológicos em dientes de reptiles (Dinosauria y Crocodylomorpha) del Cretácico tardio del Pontal do Triângulo Mineiro y oeste de São Paulo. **Revista de Iniciação Científica da F.F.C.**, v. 13, p. 1-12, 2013

RICHTER, M. A new xenacanthid shark (Chondrichthyes) from the Teresina Formation, Permian of the Paraná Basin, southern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 8, n. 2, p. 149-158, 2005.

SAYÃO, J. M. Histovariability in bones of two pterodactyloid pterosaurs from the Santana Formation, Araripe Basin, Brazil: preliminary results. **Geological Society**, London, Special Publications, v. 217, n. 1, p. 335-342, 2003.

SCHEYER, T. M.; MOSER, M. Survival of the thinnest: rediscovery of Bauer's (1898) ichthyosaur tooth sections from Upper Jurassic lithographic limestone quarries, south Germany. **Swiss Journal of Geosciences**, v. 104, n. 1, p. 147-157, 2011.

SERENO, P. C.; WILSON, J. A.; WITMER, L. M.; WHITLOCK, J. A.; MAGA, A.; IDE, O.; ROWE, T. A. Structural extremes in a Cretaceous dinosaur. **PLoS One**, v.2, n. 11, p.e1230, 2007.

VARRICCHIO, D. J.; MOORE, J. R.; ERICKSON, G. M.; NORELL, M. A.; JACKSON, F. D.; BORKOWSKI, J. J. Avian Paternal Care Had Dinosaur Origin. **Science**, v. 322, n. 5909, p. 1826 – 1828. 2008.

ZAHER, H.; RIEPPEL, O. **Tooth Implantation and Replacement in Squamates, with Special Reference to Mosasaur Lizards and Snakes**.The

American Museum of Natural History, Central Park, west at 79th street, New York, American Museum Novitates. n. 3271, p. 1-19, 1999.