



**Ocorrência da Ichnoespécie *Nihilichnus nihilicus* Mikulás, Kadlecová, Fejfar & Dvorák (2006) em Vértebra de Crocodylia da Formação Solimões (Mioceno Superior da Bacia do Acre)**  
Occurrence of the Ichnospecies *Nihilichnus nihilicus* Mikulás, Kadlecová, Fejfar & Dvorák (2006) in Vertebra of Crocodylia from the Upper Miocene Solimões Formation, Acre Basin

Enrico Dalmas Baggio Di Gregorio & Hermínio Ismael de Araújo-Júnior

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Departamento de Estratigrafia e Paleontologia, Taphonomy and Stratigraphic Paleobiology Research Group, Rua São Francisco Xavier, 524, 20.550-013, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

E-mails: [dalmasenrico@gmail.com](mailto:dalmasenrico@gmail.com); [herminio.ismael@yahoo.com.br](mailto:herminio.ismael@yahoo.com.br)

Recebido em: 16/09/2019 Aprovado em: 22/10/2019

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2020\\_1\\_408\\_413](http://dx.doi.org/10.11137/2020_1_408_413)

## Resumo

Os aspectos icnológicos relacionados a substrato ósseo da Formação Solimões (Mioceno superior da Bacia do Acre) ainda são pouco conhecidos. Um estudo tafonômico recente dos fósseis desta unidade disponíveis no acervo do Museu de Ciências da Terra da Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (MCT/CPRM) revelou uma vértebra de Crocodylia com uma feição de origem biogênica. Este trabalho descreve tal feição e estabelece uma caracterização icnotaxonômica do traço fóssil, associando-o a um possível produtor. A ichnoespécie *Nihilichnus nihilicus* é reportada pela primeira vez para a Formação Solimões, correspondendo a um traço fóssil observado em vértebra dorsal posterior de um Crocodylia de grande porte. *Purussaurus* é o provável produtor do traço observado, não sendo possível discernir se a gênese do icnofóssil está relacionada a predação ou necrofagia.

**Palavras-chave:** Icnologia; Tafonomia; Paleoecologia; *Purussaurus*; Neógeno

## Abstract

Ichnological aspects related to bone substrate of fossil vertebrates of the upper Miocene Solimões Formation (Acre Basin) are still poorly understood. A recent taphonomic survey of fossils recovered from this unit and housed at the paleontological collection of Museu de Ciências da Terra da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (MCT/CPRM) revealed a vertebra of Crocodylia with a biogenic feature. This work describes this trace fossil and provides its ichnotaxonomic characterization, associating it with a possible tracemaker. The ichnoespecies *Nihilichnus nihilicus* is reported for the first time for the Solimões Formation, corresponding to a trace fossil observed in a posterior dorsal vertebra of a large Crocodylia. *Purussaurus* is the probable tracemaker, however, it is not possible to discern if the genesis of the ichnofossil is related to either predation or scavenging.

**Keywords:** Ichnology; Taphonomy; Paleoecology; *Purussaurus*; Neogene

## 1 Introdução

A Formação Solimões é uma unidade litoestratigráfica da Bacia do Acre, cujos afloramentos ocorrem principalmente na porção sudoeste da Amazônia, a noroeste do continente Sul Americano. Os sedimentos desta formação foram depositados do Eoceno até o Plioceno, mas é o registro geológico do Mioceno dessa unidade que merece destaque do ponto de vista paleontológico. Seu paleoambiente é caracterizado por um sistema aquático complexo, de cursos fluviais, lagos e pântanos, além de áreas florestais ao longo dos rios e matas típicas de várzea (Latrubesse, 2007).

A fauna desta região era vasta, contando com grandes tartarugas (Broin *et al.*, 1993), lagartos (Hsiou *et al.*, 2009), crocodilianos (Fortier, 2014), primatas platirríneos e atelídeos (Bergqvist *et al.*, 1998; Kay & Frailey, 1993), roedores das famílias Agoutidae e Neopiblemidae (Bergqvist *et al.*, 1998) e mamíferos proteroteriídeos (Bergqvist *et al.*, 1998). Destacam-se os fósseis de grandes crocodilianos registrados em rochas da Formação Solimões, a exemplo de espécies dos gêneros *Purusaurus*, *Mourasuchus* e *Gryposuchus* (Aureliano *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2016; Cidade *et al.*, 2019).

Em recentes estudos sobre aspectos tafonômicos dos fósseis desta região disponíveis no acervo do Museu de Ciências da Terra da Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (MCT/CPRM), uma vértebra de *Crocodylia* com uma feição de origem biogênica foi identificada. Este trabalho descreve tal feição e estabelece uma caracterização icnotaxonômica do traço fóssil, associando-o, finalmente, a um possível produtor.

## 2 Material & Métodos

O material corresponde ao espécime DGM 1137-R, disponível no acervo do Museu de Ciências da Terra (MCT), da Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais (CPRM). Não há informação geográfica ou estratigráfica do ponto onde o espécime foi coletado, estando referido na coleção apenas como proveniente do “ponto 35”.

Uma inspeção macroscópica do espécime foi realizada a fim de: (i) verificar a natureza biogênica

da feição; e (ii) classificar icnotaxonomicamente o traço fóssil a partir das icnotaxobases estabelecidas por Pirrone *et al.* (2014). Tais icnotaxobases são: (1) morfologia geral; (2) bioglifos; (3) preenchimento; (4) ramificação; (5) padrão de ocorrência; e (6) local de alocação. Como orientado também por Pirrone *et al.* (2014), não utilizamos a icnotaxobase “tipo de substrato” devido às suas aplicações problemáticas nos estudos icnológicos. Por fim, comparamos nosso resultado com outros icnotaxons relacionados a bioerosão em substrato ósseo afim de compreender os diferentes contextos de produção destes traços (Cruikshank, 1986; Thenius, 1988; Mikulás *et al.*, 2006; Roberts *et al.*, 2007; Jacobsen & Bromley, 2009; Muñiz *et al.*, 2010; Araújo-Júnior *et al.*, 2017).

## 3 Icnologia Sistemática

Icnogênero *Nihilichnus* Mikulás, Kadlecová, Fejfar & Dvorák (2006).

*Nihilichnus nihilicus* Mikulás, Kadlecová, Fejfar & Dvorák (2006).

**Material analisado:** DGM 1137-R, vértebra dorsal posterior de *Crocodylia* indet. (Reptilia, *Crocodylia*; Figura 1).

**Contexto estratigráfico e idade:** Formação Solimões (Bacia do Acre), Mioceno final.

**Descrição:** O espécime DGM 1137-R corresponde a uma vértebra pré-sacral atribuída a um *Crocodylia* indet. adulto. O traço analisado mede em torno de 2,6 cm de diâmetro. Trata-se de um *pit* com padrão de ocorrência individual e restrito ao osso cortical. Bioglifos, preenchimento e ramificações estão ausentes.

**Comparação:** Quatro icnogêneros são descritos relacionados à morfologia de *pits* em substrato duro: *Podichnus* Bromley & Surlyk, 1973; *Tremichnus* Brett, 1985; *Leptichnus* Taylor, 1999; e *Nihilichnus* Mikulás *et al.*, 2006. As diagnoses de *Podichnus* e *Leptichnus* diferem do traço aqui descrito, visto que esses icnogêneros são descritos como “grupos parcialmente compactos de *pits* ou perfurações cilíndricas em substrato calcário duro” (Bromley & Sylruk, 1973, p. 363) e “grupos de pequenos *pits*

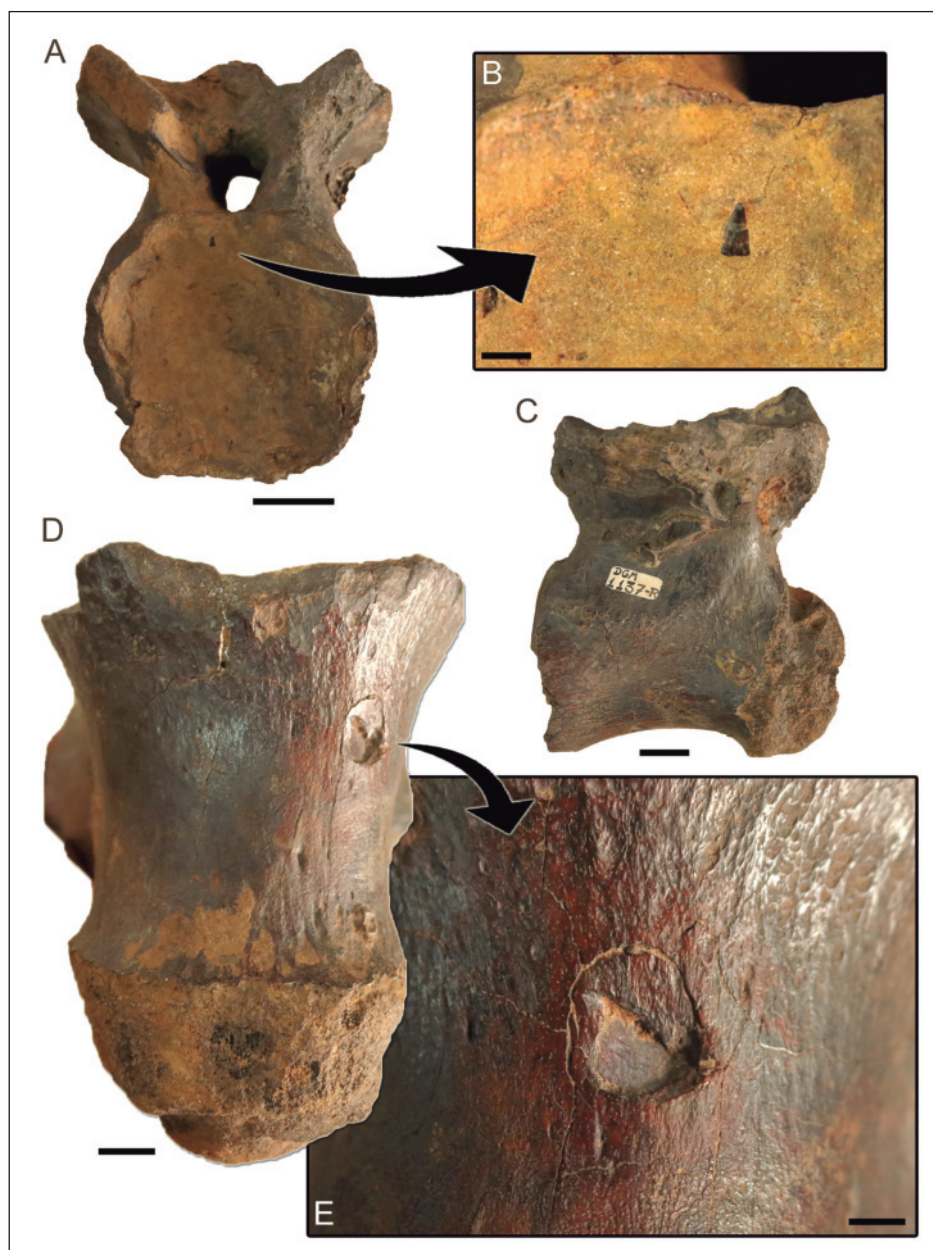


Figura 1 Vértebra dorsal de *Crocodylia* (DGM 1173-R) da Formação Solimões com icnofóssil atribuído à icnospecie *Nihilichnus nihilicus*. A. Vista cranial; B. Detalhe da vista cranial com dente de outro crocodiliforme cimentado na superfície vertebral; C. Vista lateral esquerda; D. Vista ventral; E. Icnofóssil *Nihilichnus nihilicus* na superfície vertebral. Escalas: A= 4 cm; B e E = 1 cm; C= 5 cm; D= 2 cm.

pouco espaçados escavados em substrato calcário” (Taylor, 1999, p. 596), respectivamente. O traço aqui observado se trata de um *pit* individual e produzido em substrato ósseo, e não calcário. *Tremichnus* é descrito como “*pits* circulares ou estruturas de variados diâmetros (entre 0,1 a 0,4 mm) presentes em placas de equinodermos, principalmente crinoides, com ou sem espessamento ou deformação das placas (Brett, 1985, p. 626). A restrição deste icnogênero aos equinodermos e a variação de diâmetro dada a

ele são incompatíveis com o traço aqui estudado, o que impossibilita sua associação com o icnofóssil aqui apresentado. Em contrapartida, as características morfológicas observadas no espécime DGM 1137-R são correlatas ao diagnóstico do icnogênero *Nihilichnus*, descrito por Mikulás *et al.* (2006) como “perfurações ou *pits* externos circulares, ovais ou raramente triangulares, ocorrendo de maneira solitária ou agrupada, os quais podem conter padrões recorrentes. Entalhes irregulares resultantes de uma

deformação frágil podem estar na margem externa da cavidade” (Mikulás *et al.*, 2006, p. 119). Considerando tais semelhanças, é possível atribuir o traço fóssil aqui descrito ao icnogênero *Nihilichnus*.

Apenas duas espécies do icnogênero *Nihilichnus* foram descritas até o momento: *Nihilichnus nihilicus* Mikulás, Kadlecová, Fejfar & Dvorák, 2006, e *Nihilichnus covichi* Rasser, Vallon & Salvador, 2016. Esta última consiste em “*Nihilichnus* solitários ou raramente pareados com linhas marginais principalmente elipsoidais ou às vezes circulares. A margem da perfuração é reta e perpendicular às superfícies interiores e exteriores”. Pequenos arranhões associados ao traço podem estar presentes em pequena quantidade na superfície do espécime (Rasser *et al.*, 2016, p. 223). A principal diferença da icnoespécie descrita por Rasser *et al.* (2016) para *Nihilichnus nihilicus* é a descrição da primeira como “perfurações” e a segunda como “pits”. Como descrito anteriormente, o traço observado aqui possui a morfologia geral de “pit”, o que o diferencia da descrição dada à *Nihilichnus covichi* e descarta sua atribuição a essa icnoespécie. Sendo assim, o espécime aqui descrito pode ser atribuído à icnoespécie *Nihilichnus nihilicus*.

**Comentários:** A icnoespécie *Nihilichnus nihilicus* foi descrita por Mikulás *et al.* (2006) como um traço associado à atividade de predação (Praedichnia) e já foi descrita como um traço presente em carapaças de tartarugas, produzido por crocodilos em ações predatórias (Milàn *et al.*, 2011). Entretanto, registros de *Nihilichnus nihilicus* em *Crocodylia* indet. da Formação Solimões são, até o momento, desconhecidas. Não afirmamos, neste caso, que o traço descrito se trata de uma ação predatória, visto que também poderia ter sido produzido em um contexto de luta.

#### 4 Implicações Paleocológicas

Marcas de dentes são evidências eficientes na compreensão das interações paleoecológicas registradas em assembleias fossilíferas. Além disso, podem servir como um meio para entender processos de morte, desarticulação, fraturamento e mistura temporal de assembleias fossilíferas (Eberth *et al.*, 2007; Araújo-Júnior *et al.*, 2011).

O traço observado no espécime DGM 1137-R é uma ferramenta para um entendimento mais completo das relações paleoecológicas dos crocodilos miocênicos da Formação Solimões. O traço, diagnosticado como da icnoespécie *Nihilichnus nihilicus* e com diâmetro de 2,6 cm, não pode ter sido produzido senão por um outro crocodiliforme da Formação Solimões, já que os outros organismos daquela paleofauna não possuíam a capacidade física e/ou a morfologia para produzir um traço semelhante.

*Purussaurus*, *Gryposuchus* e *Mourasuchus* estão entre os gêneros mais conhecidos de crocodiliformes desta unidade, embora outros gêneros também tenham sido descritos, como *Charactosuchus* e *Hesperogavialis* (Haag, 2009; Riff *et al.*, 2012; Cidade *et al.*, 2019). Desses cinco gêneros, podemos excluir inicialmente *Gryposuchus* e *Hesperogavialis* devido à morfologia craniana dos gavialídeos, inclinados a uma dieta piscívora (Haag, 2009; Riff *et al.*, 2012; Cidade *et al.*, 2019). *Charactosuchus*, por mais que não esteja incluído dentro dos gavialídeos, também é dotado de uma mandíbula delgada (Riff *et al.*, 2010). Quanto ao gênero *Mourasuchus*, tem sido apontado que sua morfologia craniana – que conta com uma mandíbula longa, frágil, larga e achatada – não teria favorecido a caça de grandes presas, e que estes crocodilos teriam tido, portanto, uma alimentação baseada principalmente em pequenas presas (Cidade *et al.*, 2015, 2019). Já o gênero *Purussaurus* pode ser indicado como um possível produtor do traço observado. Por mais que ainda não tenha registro de outros crocodilos na alimentação dos *Purussaurus*, esse gênero possuía uma morfologia favorável para a predação de grandes animais, uma dieta vasta e uma inclinação para a predação de vertebrados, com a capacidade de caçar animais com mais de uma tonelada (Aureliano *et al.*, 2015). O gênero *Purussaurus*, portanto, seria o único capaz de ter deixado o traço observado no espécime DGM 1137-R, considerando sua capacidade mandibular e preferências alimentares em relação aos outros gêneros de *Crocodylia* da mesma fauna.

Considerando a posição da vértebra dorsal posterior, é improvável que esse traço tenha sido produzido em uma luta entre as espécies de Croco-

dylia conhecidas, tendo em vista a dificuldade de uma mordida atingir com tamanha potência o osso cortical do corpo vertebral, ainda mais sem marcar também o processo espinhoso. Sendo assim, restam dois cenários potenciais para a produção da marca observada: i) predação; ou ii) necrofagia. Não foi possível concluir, pelo traço isolado observado no único espécime deste indivíduo, qual dos dois contextos se mostra o mais plausível.

## 5 Conclusão

A ictoespécie *Nihilichnus nihilicus* é reportada pela primeira vez para a Formação Solimões, correspondendo a um traço fóssil observada em vértebra dorsal posterior de um Crocodylia de grande porte. *Purussaurus* é o provável produtor do traço observado, não sendo possível discernir se a gênese do icnofóssil está relacionada a predação ou necrofagia. Estudos tafonômicos e paleoecológicos na Formação Solimões mais detalhados são ainda necessários para a compreensão dos aspectos genéticos, icnológicos e paleossinecológicos dessa representativa unidade litoestratigráfica brasileira.

## 6 Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio financeiro por meio da bolsa de Iniciação Científica (processo nº E-26/201.908/2019); a Lucy de Souza pelo auxílio na atribuição taxonômica do espécime; e ao Museu de Ciências da Terra da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (MCT/CPRM), especialmente a Rafael Costa da Silva, por permitir o estudo do material.

## 7 Referências

Araújo-Júnior, H.I.; Porpino, K.O. & Bergqvist L.P. 2011. Marcas de dentes de carnívoros/carniceiros em mamíferos pleistocênicos do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 14(3): 291-296.

Araújo-Júnior, H.I.; Barbosa, F.H.S. & Silva, L.H.M. 2017. Overlapping paleoichnology, paleoecology and taphonomy: Analysis of tooth traces in a Late Pleistocene-early Holocene megafaunal assemblage of Brazil and description of a new ichnotaxon in hard substrate. *Paleogeogra-*

*phy, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 468: 122-128.

Aureliano, T.; Ghilardi, A.M.; Guilherme, E.; Souza-Filho, J.P.; Cavalcanti, M. & Riff, D. 2015. Morphometry, Bite-Force, and Paleobiology of the Late Miocene Caiman *Purussaurus brasiliensis*. *PLoS ONE*, 10(2): 1-14.

Bergqvist, L.P.; Ribeiro, A.M. & Bocquentin-Villanueva, J. 1998. Primata, Roedores e Litopternas do Mio/Plioceno da Amazônia Sul-Occidental (Formação Solimões, Bacia do Acre), Brasil. *Geologia Colombiana*, 23: 19-29.

Brett, C.E. 1985. *Tremichnus*: a new Ichnogenus of circular-parabolic pits in fossil echinoderms. *Journal of Paleontology*, 59(3): 625-635.

Broin, F.L.; Bocquentin, J. & Negri, F.R. 1993. Gigantic turtles (Pleurodira, Podocnemididae) from the late Miocene-early Pliocene of South Western Amazon. *Bulletin de l'Institut français d'études Andins*, 22(3): 657-670.

Bromley, R.G. & Sylruk, F. 1973. Borings produced by brachiopod pedicles, fossil and Recent. *Lethaia*, 6: 349-365.

Cidade, G.M. 2015. *Revisão sistemática do gênero Mourasuchus (Alligatoroidea, Caimaninae), com comentários sobre filogenia, biogeografia e paleoecologia de Caimaninae*. Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 246 p.

Cidade, G.M.; Solórzano, A.; Rincón, A.D.; Riff, D. & Hsiou, A.S. 2017. A new *Mourasuchus* (Alligatoroidea, Caimaninae) from late Miocene of Venezuela, the phylogeny of Caimaninae and considerations on the feeding habits of *Mourasuchus*. *PeerJ*, 5: e3056

Cruickshank, A.R.I. 1986. Archosaur predation on east African Middle Triassic dicynodont. *Paleontology*, 29: 415-422.

Eberth, D.A.; Rogers, R.R. & Fiorillo, A.R. 2007. A Practical Approach to the Study of Bonebeds. In: Rogers, R.R.; Eberth, D.A. & Fiorillo, A.R. (Eds.). *Bonebeds: genesis, analysis and paleobiological significance*. The University of Chicago Press, Chicago, p. 265-332.

Fortier, D.C.; Souza-Filho, J.P.; Guilherme, E.; Maciente, A.A.R. & Schultz, C.L. 2014. A new specimen of *Caiman brevirostris* (Crocodylia, Alligatoridae) from the Late Miocene of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 34(4): 820-834.

Haag, N.H. 2009. *Paleoecologia do Mioceno superior da Amazônia sul-occidental*. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Dissertação de Mestrado, 63p.

Hsiou, A.S.; Albino, A.M. & Ferigolo, J. 2009. First lizard remains (Teiidae) from the Miocene of Brazil (Solimões Formation). *Revista Brasileira Paleontologia*, 12(3): 225-230.

Jacobsen, A.R. & Bromley, R.G. 2009. New ichnotaxa based on tooth impressions on dinosaur and whale bones. *Geological Quarterly*, 53: 373-382.

Kay, R.F. & Frailey, C.D. 1993. Large fossils platyrrhines from the Rio Acre local fauna, late Miocene, western Amazonia. *Journal of Human Evolution* 25: 319-327.

Latrubesse, E.M.; Silva, S.A.F.; Cozzuol, M. & Absy, M.L. 2007. Late Miocene continental sedimentation in southwestern Amazonia and its regional significance: Biotic and geological evidence. *Journal of South American Sciences*, 23: 61-80

Mikuláš, R.; Kadlecová, E.; Fejfar, O. & Dvořák, Z. 2006. Three new ichnogenes of biting and gnawing traces on rep-

Ocorrência da Icnospecie *Nihilichnus nihilicus* Mikulás, Kadlecová, Fejfar & Dvorák (2006) em  
Vértebra de Crocodylia da Formação Solimões (Mioceno Superior da Bacia do Acre)

Enrico Dalmas Baggio Di Gregorio & Herminio Ismael de Araújo-Júnior

- tilian and mammalian bones: a case study from the Miocene of Czech Republic. Ichnos, 13: 113-127.*
- Milà, J.; Lindow, B.E.K. & Lauridsen, B.W. 2011. Bite traces in a turtle carapace fragment from the middle Danian (Lower Paleocene) bryozoan limestone. *Bulletin of the Geological Society of Denmark, 59: 61-67.*
- Muñiz, F.; Gilbert, J.M. & Esperante, R. 2010. First trace-fossil evidence of bone-eating worms in whale carcasses. *PALAIOS, 25: 269-273.*
- Riff, D.; Romano, P.S.R.; Oliveira, G.R. & Aguilera, O.A. 2010. Neogene crocodile and turtle fauna in northern South America. In: Hoorn, C. & Wesselingh, F. (Eds.) *Amazonia: Landscape and Species Evolution a Look into the Past*. Wiley-Blackwell, p. 259-280.
- Roberts, E.M.; Rogers, R.R. & Foreman, B.Z. 2007. Continental insects borings in dinosaur bone: examples from the late cretaceous of Madagascar and Utah. *Journal of Paleontology, 81: 201-208.*
- Souza, R.F.; Cidade, G.M.; Campos, D.A. & Riff, D. 2016. New Crocodylian remains from the Solimões Formation (Lower Eocene-Pliocene), State of Acre, Southwestern Brazilian Amazonia. *Revista Brasileira de Paleontologia, 19(2): 217-232.*
- Thenius, E. 1988. Lebensspuren von aquatischen Insektenlarven aus dem Jungtertiär Niederösterreichs. *Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients, 14: 1-17.*