



***Taenidium barretti* Bradshaw, 1981 na Formação Malhada Vermelha (Cretáceo Inferior), Bacia de Malhada Vermelha, Ceará, Brasil**
Taenidium barretti Bradshaw, 1981 in the Malhada Vermelha Formation (Lower Cretaceous), Malhada Vermelha Basin, Ceará, Brazil

João Victor Paula Moreira¹; Francisco Danilo Sales Paula¹; Maria Somália Sales Viana¹; Arquimedes Pompeu de Paulo Chaves¹ & Ana Emilia Quezado de Figueiredo²

¹Universidade Estadual Vale do Acaraú, Laboratório de Paleontologia, Museu Dom José (MDJ), Av. Dom José, 878, 62010-190, Sobral, Ceará, Brasil

² Universidade Federal do Piauí, Laboratório de Geociências e Paleontologia, Campus Amílcar Ferreira Sobral, Meladão, 64800-000, Floriano, Piauí, Brasil
E-mails: victorjpmoreira@gmail.com, danilo_jjc@hotmail.com, somalia_viana@hotmail.com, biopompeu@yahoo.com.br, ana.emilia@ufpi.edu.br
Recebido em: 17/08/2018 Aprovado em: 28/09/2018
DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_104_112

Resumo

O registro de icnofósseis de invertebrados na Bacia de Malhada Vermelha, apesar de reconhecido, é bastante escasso e carente do ponto de vista da Icnologia Sistemática. Pesquisas de campo nesta bacia constataram a presença dessas estruturas, as quais são estudadas e identificadas do ponto de vista taxonômico no presente trabalho. A ausência de revestimento de paredes juntamente com a presença de uma estrutura de preenchimento meniscado característica de *Taenidium barretti* permitiram a atribuição desta icnoespécie às amostras analisadas. Esses traços são aqui referidos como o resultado da atividade de bioturbação nos sedimentos úmidos expostos a condições subaéreas em feições paleoambientais de clima quente.

Palavras-chave: Icnofósseis Meniscados; Icnologia; Bacias do Iguatu

Abstract

The invertebrate trace fossil record in the Malhada Vermelha Basin, although recognized, is quite sparse and poor from the Systematic Ichnology approach. Field researches carried out in this basin found the presence of these structures which are studied and taxonomically identified in the current work. The absence of wall lining and the presence of a meniscate backfill characteristic of *Taenidium barretti* allowed assigning this ichnospecies to the analyzed samples. These traces are ascribed here as the result of bioturbation activity in moist sediments exposed to subaerial conditions in paleoenvironmental features of a hot climate.

Keywords: Meniscate Trace fossils; Ichnology; Iguatu Basins

1 Introdução

Uma área sedimentar descontínua, na região centro-sul do Estado do Ceará (Nordeste do Brasil), é conhecida geologicamente como o conjunto das bacias sedimentares do Iguatu e inclui quatro setores de pequenas bacias denominadas: Iguatu, Malhada Vermelha, Lima Campos e Icó, depositadas durante o Cretáceo Inferior (Arima, 2007). A associação fossilífera encontrada inclui fragmentos vegetais, palinóforos, ostracóides, conchostráceos, moluscos, peixes, répteis e icnofósseis (Figueiredo, 2009; Fortier, 2008; Leonardi & Spezzamonte, 1994; Lima, 1990; Pinheiro *et al.*, 2011).

O registro de icnofósseis de invertebrados nessas bacias é bem reconhecido na literatura, embora constituído por trabalhos curtos ou referências esparsas, com carência do ponto de vista da Icnologia Sistemática. Os traços já identificados nessa região são: *Muensteria* von Sternberg, 1833 na Bacia de Iguatu; *Planolites* Nicholson, 1873, na Bacia de Lima Campos; *Palaeophycus* Hall, 1847, *Skolithos* Hadelmann, 1840 e *Taenidium* Heer, 1877, na Bacia de Malhada Vermelha (Figueiredo & Bertoni-Machado, 2008; Leonardi & Muniz, 1985; Moreira *et al.* 2017).

Objetiva-se com este trabalho realizar a identificação taxonômica detalhada de estruturas atribuídas ao icnogênero *Taenidium* neste complexo

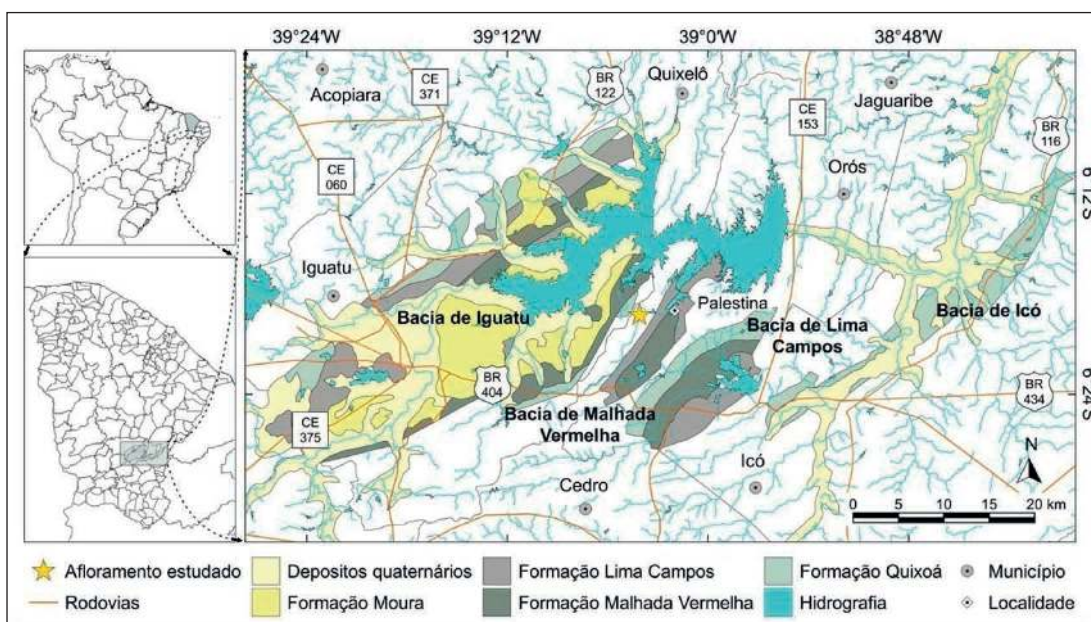
sedimentar, em sedimentos da Formação Malhada Vermelha de um afloramento pertencente à Bacia de Malhada Vermelha, discutindo assim a classificação ao nível específico desses traços e suas respectivas implicações paleoambientais.

2 Contexto Geológico

As bacias do Iguatu são classicamente agrupadas segundo sua proximidade e semelhanças litológicas, cujas condições climáticas e de sedimentação foram similares (Figura 1). É provável que, no passado, tenham feito parte de uma única bacia sedimentar muito mais extensa, hoje restando, contudo, áreas descontínuas, em um total de aproximadamente 1.135 km² (Arima, 2007).

A litoestratigrafia das bacias foi formalizada por Mabesoone & Campanha (1973/1974) ao proporem a denominação de Grupo Iguatu, compondo da base para o topo as formações Quixoá, Malhada Vermelha e Lima Campos (Figura 2). Esses depósitos corresponderiam a ambientes de leques aluviais, fluvial entrelaçado, fluvial meandrante, deltaico e lacustre, estando sotopostos aos sedimentos fluviais da Formação Moura (Neogeno-Quaternário) e não denominados (Quaternário) (Brasil, 2003; Cavalcanti & Viana, 1992; Mabesoone & Campanha, 1973/1974).

Figura 1 Localização do afloramento (estrela) do qual provém o material estudado, observando-se o contexto das bacias do Iguatu. Limites das bacias com base nos dados disponibilizados pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM (geosgb.cprm.gov.br). Elaborado com o software QGIS.

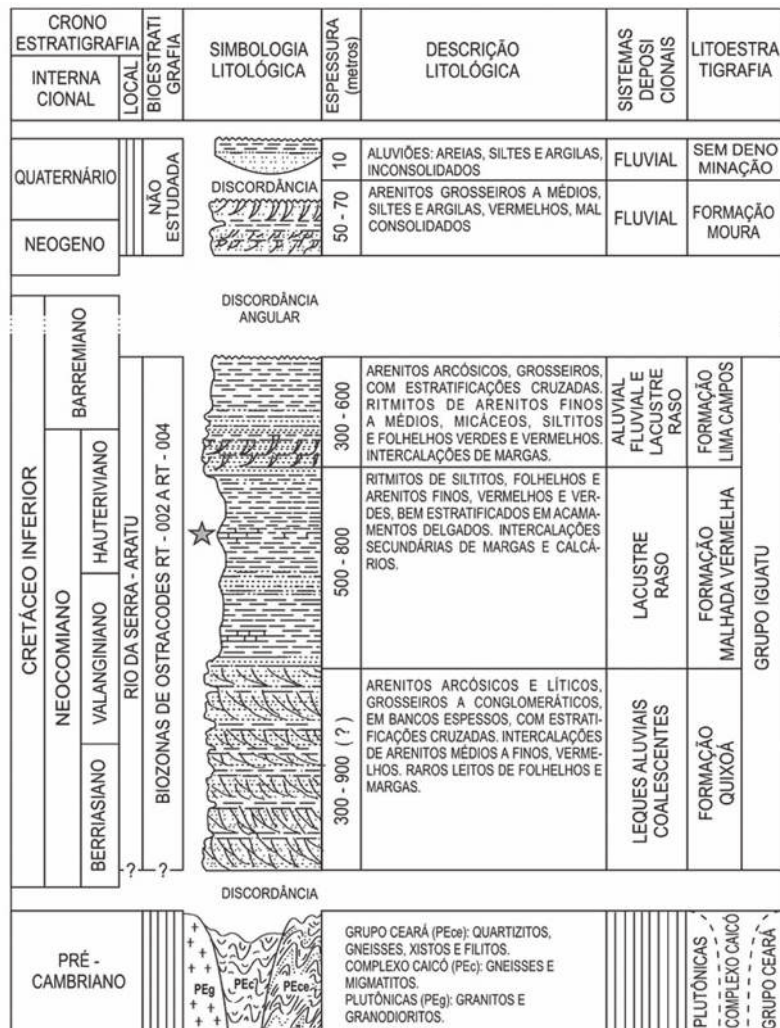


O Grupo Iguatu, depositado no intervalo dos andares locais Rio da Serra (Berriasiano – Hauteriviano) e Aratu (Hauteriviano – Barremiano inferior) (Arima, 2007; Carvalho & Melo, 2012; Mabesoone & Campanha, 1973/1974; Ponte *et al.*, 1990), faz parte da sequência tectono-sedimentar rifte que marcou também a deposição do Grupo Rio do Peixe, na Bacia do Rio do Peixe (Paraíba); da Formação Abaiara, na Bacia do Araripe (Ceará, Pernambuco e Piauí); dos grupos Santo Amaro e Ilhas, nas bacias de Tucano e Jatobá (Bahia e Pernambuco); das formações Barra de Itiuba, Penedo e Rio Pitanga na Bacia Sergipe-Alagoas (Alagoas e Sergipe); e da Formação Pendência, na Bacia Potiguar (Ceará e Rio Grande do Norte) (Ponte & Appi, 1990). Dessa forma, as bacias do Iguatu configuram um registro incompleto do evento de separação do continente Gondwana e abertura do Oceano Atlântico, inseridas no contexto das bacias interiores do Nordeste do

Brasil (Arai, 2006; Arima, 2007; Carvalho, 2000; Carvalho & Melo, 2012).

O material de estudo é proveniente de um afloramento isolado próximo à localidade de Palestina, Município de Orós (coordenadas geográficas: 6°19'15,8"S e 39°4'6,2"W, datum SIRGAS 2000), o qual é reconhecidamente pertencente à Formação Malhada Vermelha, Bacia de Malhada Vermelha (Arima, 2007; Figueiredo, 2009), apesar de não ser incluído nas delimitações da mesma em mapas oficiais, como mostrado na figura 1. A Formação Malhada Vermelha é constituída de microclásticos e arenitos finos a médios, um pouco calcíferos, com intercalações de margas e calcários (Mabesoone & Campanha, 1973/1974). Localmente, a litologia observada foi de arenito castanho avermelhado fino a médio, com intercalações de calcilito esverdeado, com a presença de gretas de contração e fragmentos ósseos.

Figura 2 Carta estratigráfica das bacias do Iguatu com destaque para o posicionamento do material analisado (estrela). Modificado de Ponte et al. (1990).



3 Materiais e Métodos

O material estudado constitui-se de três amostras depositadas na coleção paleontológica do Museu Dom José (MDJ), Sobral – CE, sob as designações de: MDJ Ic-080, MDJ Ic-081 e MDJ Ic-086. A coleta foi realizada durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa denominado “Prospecção, coleta, preparação e análise dos fósseis de vertebrados cretácicos das bacias do Iguatu, Estado do Ceará”, envolvendo equipe da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em parceria com a Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA).

A análise dos exemplares foi realizada no Laboratório de Paleontologia da UVA (LABOPALEO), com sede no MDJ, e constou de preparação mecânica, limpeza, impermeabilização e tombamento das amostras na coleção do MDJ, e observações posteriores sob microscópio estereoscópico, medições e identificação dos espécimes. Para isso, foram realizadas comparações com base em literatura especializada com diversos icnogêneros morfológicamente semelhantes às estruturas estudadas.

4 Resultados e Discussões

4.1 Icnologia Sistemática

Taenidium Heer, 1877

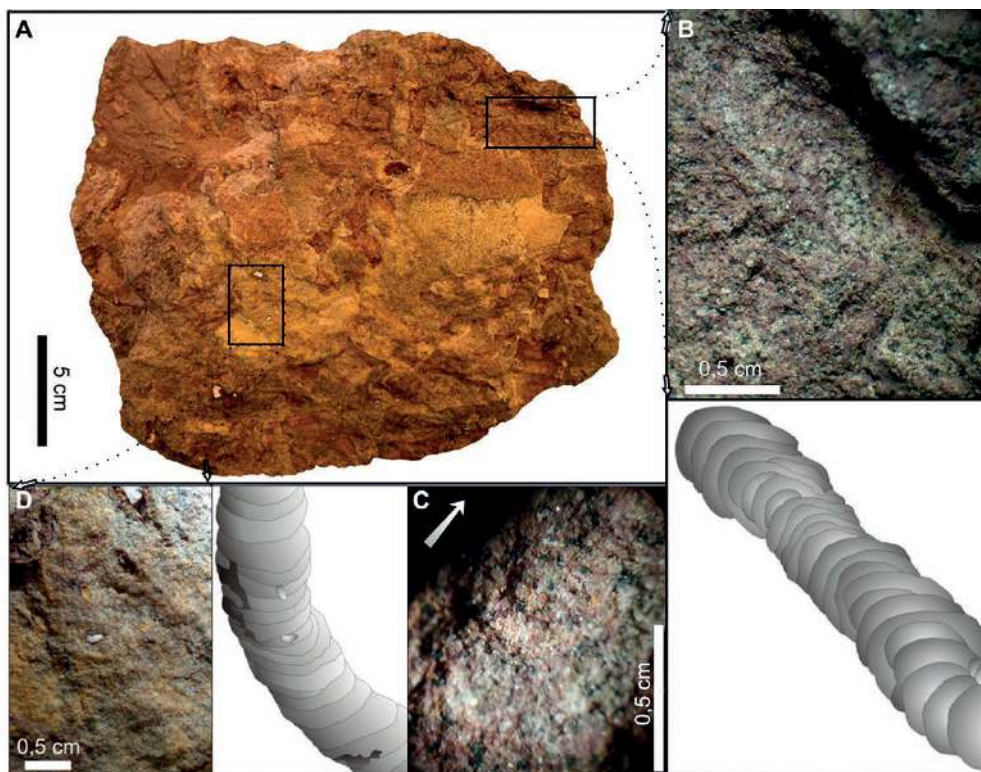
Taenidium barretti Bradshaw, 1981

Material: MDJ Ic-080 (Figura 3), MDJ Ic-081 e MDJ Ic-086 (Figura 4).

Descrição: escavações cilíndricas, retas a levemente curvas, sem revestimento de paredes, com preenchimento organizado em meniscos pouco espaçados, leve a fortemente arqueados. Estruturas paralelas a levemente inclinadas em relação ao plano de acamamento da rocha, podendo ser observadas em epi-relevo ou hiporrelevo positivo, ou ainda fraturadas, mostrando uma seção transversal do seu preenchimento. Interseções ou sobreposições entre as escavações são observáveis, mas ramificações verdadeiras são ausentes.

Observações: o comprimento das escavações varia de 23,5 mm a 83,5 mm (média de 47,0 mm), largura de 5,0 mm a 9,0 mm (média de 7,5 mm), e espaçamento entre meniscos consecutivos de 2,0 mm a 3,0 mm (média de 2,3 mm).

Figura 3 Estruturas atribuídas a *Taenidium barretti* na amostra MDJ Ic-080 (A) e detalhes dos exemplares observados com respectivos desenhos esquemáticos (B, C e D). Em C, ampliação do espécime observado em B, mostrando o sentido do movimento do organismo gerador (seta).



Superficialmente a constituição do preenchimento se assemelha ao sedimento adjacente, sendo a individualização dos segmentos frequentemente pouco visível. Na amostra MDJ Ic-080 é possível observar uma escavação fraturada longitudinalmente mostrando com mais detalhes a sua estrutura interna. Os meniscos estão densamente agrupados (*sensu* Retallack, 2001), isto é, uma medida de comprimento da escavação equivalente à sua largura comporta de três a mais segmentos (de três a sete nas estruturas analisadas). Uma baixa seleção diferencial do sedimento pelos organismos geradores teria originado meniscos mal separados, favorecendo um intemperismo homogêneo entre os segmentos nas amostras estudadas e refletindo em uma má preservação da es-

trutura meniscada e sua baixa visibilidade (Keighley & Pickerill, 1994).

A presença de denso empilhamento e pouca individualização dos segmentos são características típicas de *T. barretti*, fazendo desta icnoespécie a melhor designação para os exemplares estudados. As dimensões encontram-se dentro dos valores esperados para a icnoespécie, que abrange desde estruturas com larguras de 5 mm até formas gigantescas com 450 mm (Keighley & Pickerill, 1994).

4.2 Comparações

A diferenciação de estruturas de preenchimento meniscado constitui alvo de constante debate.

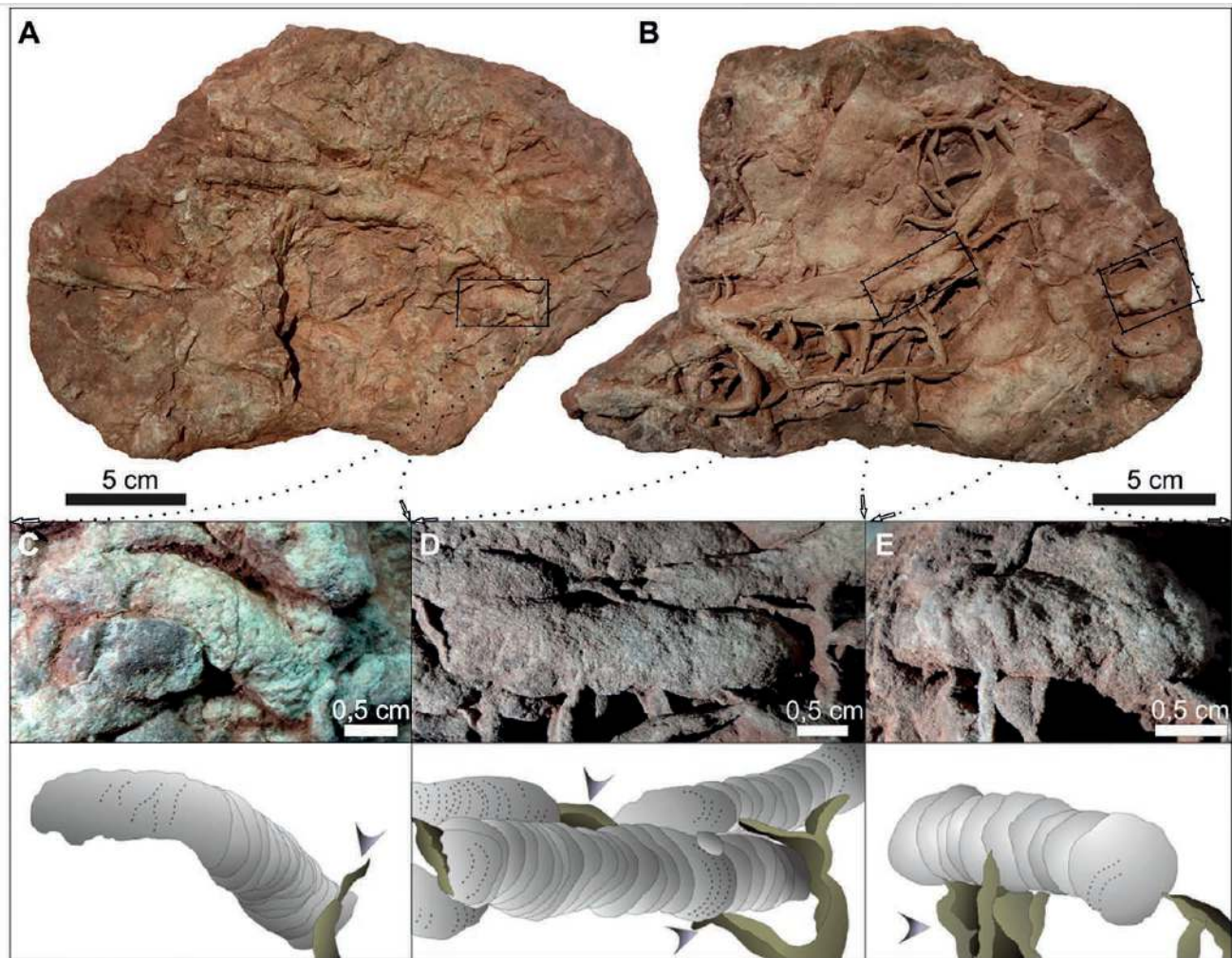


Figura 4 Estruturas atribuídas a *Taenidium barretti* nas amostras MDJ Ic-081 e MDJ Ic-086 (A e B, respectivamente) e detalhes dos exemplares observados com respectivos desenhos esquemáticos (C, D e E). Setas indicam gretas.

Diversos autores já se empenharam na tentativa de estabelecer critérios estáveis para a identificação desses traços e discussões acerca desse tema são de suma importância para uma atribuição taxonômica adequada.

A título de comparação com *Taenidium*, destacam-se aqui os icnogêneros *Ancorichnus* Heinberg, 1974, *Beaconites* Vialov, 1962 e *Scoyenia* White, 1929, com menção ainda a *Muensteria*, por suas afinidades morfológicas, o que torna difícil a sua diferenciação, bem como pela similaridade com feições apresentadas pelos exemplares estudados.

Ancorichnus designa escavações com um preenchimento meniscado margeado por um manto, enquanto *Beaconites* e *Scoyenia* têm sido tratados como escavações com revestimento de paredes, o qual se apresenta liso no primeiro e ornamentado por ranhuras longitudinais no segundo (D'Alessandro & Bromley, 1987; Keighley & Pickerill, 1994; Retallack, 2001). As relações taxonômicas entre *Scoyenia*, *Beaconites* e *Taenidium* ainda são incertas, sendo defendido por muitos autores que estes icnogêneros referem-se a variações preservacionais (*Scoyenia* e *Beaconites*) ou são sinônimos (*Taenidium* e *Beaconites*) (D'Alessandro & Bromley, 1987; Retallack, 2001). Após as revisões sistemáticas de D'Alessandro & Bromley (1987) e Keighley & Pickerill (1994), *Muensteria* foi considerado como um nome inadequado para icnofósseis por englobar estruturas de diferentes táxons, inclusive outros que não icnofósseis, e muitos dos traços assim referidos foram então transferidos para *Taenidium*.

O icnogênero *Taenidium* corresponde a escavações com preenchimento meniscado desprovidas de qualquer tipo de estrutura de revestimento, características que levaram sua atribuição aos traços encontrados na Bacia de Malhada Vermelha. Ao nível específico, o táxon divide-se a partir da constituição e disposição dos meniscos (Figura 5), sendo sua icnoespécie tipo *T. serpentinum* Heer, 1877 caracterizada por meniscos homogêneos, bem espaçados, com a distância entre os meniscos igual ou um pouco menor que o diâmetro da escavação (D'Alessandro & Bromley, 1987; Keighley & Pickerill, 1994).

T. diesingii Unger, 1850 (= *T. satanassi* D'Alessandro & Bromley, 1987) apresenta meniscos

em pacotes mais curtos do que largos, tendendo a sub-retangulares (*sensu* Retallack, 2001), alternando dois tipos de sedimento, um dos quais exibe pelotas. *T. cameronensis* Brady, 1947 é formada por meniscos em pacotes homogêneos, mais longos do que largos, muito arqueados com tendência a parabólicos. *T. planicostatum* Książkiewicz, 1977 (= *T. recurvum* Leszczyński, 2004) é dotada de meniscos densamente empacotados, estreitos, arqueados, alternando frequentemente segmentos escuros com finas lâminas claras (Brady, 1947; D'Alessandro & Bromley, 1987; Uchman, 1999, 2007).

T. barretti Bradshaw, 1981 é constituída de meniscos hemisféricos a fortemente arqueados, bem empilhados, formando um preenchimento não compartimentado ou segmentos finos. *T. crassum* Bromley, Ekdale & Richter, 1999 apresenta meniscos em pacotes parabólicos ou em chevron, com alternância de três cores de sedimento. Por fim, *T. boweni* Smith, Hasiotis & Kraus, 2008 é formada pelo agrupamento de meniscos finos em células elipsoides individualizadas (Bromley *et al.*, 1999; Keighley & Pickerill, 1994; Krapovickas *et al.*, 2009; Smith *et al.*, 2008).

Pela ausência de meniscos com constituições diferentes, as amostras estudadas diferem de *T. diesingii* e *T. planicostatum* (D'Alessandro & Bromley, 1987; Uchman, 1999, 2007). O espaçamento reduzido distingue esses exemplares de *T. serpentinum*, e juntamente com o arqueamento suave dos meniscos excluem as icnoespécies *T. cameronensis* e *T. crassum* (Brady, 1947; Bromley *et al.*, 1999; D'Alessandro & Bromley, 1987). Meniscos finos e arqueados são característicos de *T. boweni* e *T. barretti*, mas a ausência dos pacotes elipsoides típicos da primeira icnoespécie a diferenciam do material em estudo (Keighley & Pickerill, 1994; Smith *et al.*, 2008).

4.3 Aspectos Paleoecológicos e Paleoambientais

O preenchimento meniscado é uma feição que ocorre em muitos grupos de icnofósseis, podendo ter um caráter acessório ou essencial na identificação do táxon (D'Alessandro & Bromley, 1987). Tais estruturas são o reflexo da atividade de retropreenchimento de uma escavação, isto é, o empacotamento de se-

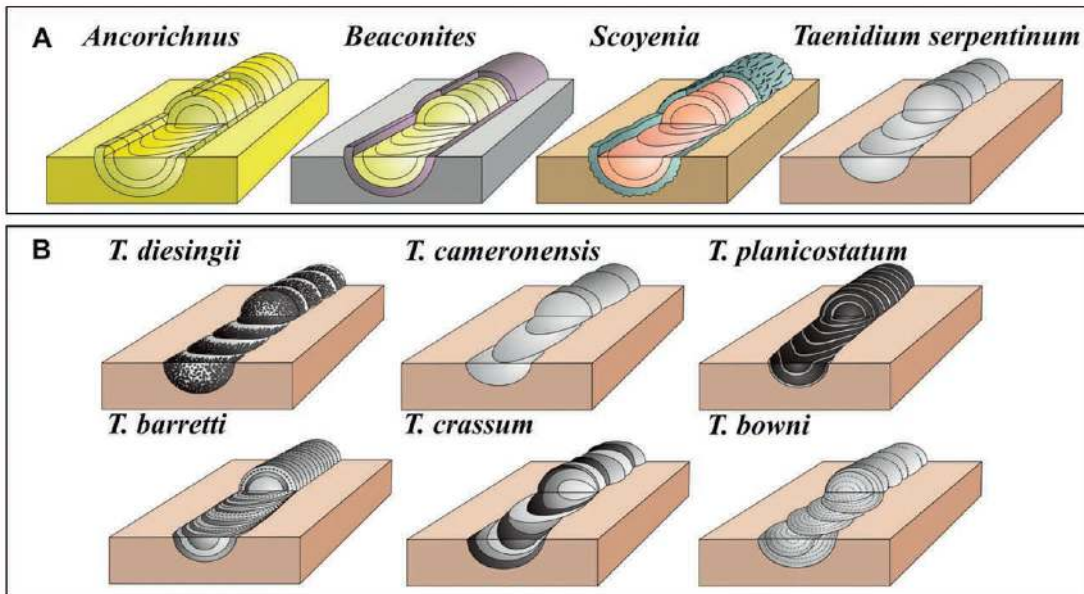


Figura 5 Comparação esquemática entre estruturas meniscadas. Em A, diferentes icnogêneros e a icnoespécie tipo de *Taenidium*; em B, demais icnoespécies contidas no táxon.

dimento posteriormente ao deslocamento do animal no substrato, o que constitui um modo sofisticado de manipulação do sedimento com gasto mínimo de energia com transporte, e são particularmente características de depósitos marinhos rasos, mas podem ocorrer ainda em condições marinhas profundas ou continentais (Buatois *et al.*, 2002; D’Alessandro & Bromley, 1987).

Pela presença de preenchimento meniscado, *Taenidium* tem sido reiteradamente atribuído à atividade de alimentação (fodinichnia) de organismos sedimentívoros vermiformes ou artrópodes, sendo aqueles sedimentos distintos da matriz mais frequentemente interpretados como material ingerido. O icnogênero pode ser associado ainda à atividade de locomoção (repichnia) com a passagem do sedimento externamente ao corpo do animal, ou mesmo de habitação (domichnia), sendo mais bem interpretado como o resultado da combinação dessas atividades (D’Alessandro & Bromley, 1987; Smith *et al.*, 2008).

Taenidium apresenta uma ampla distribuição temporal e ambiental, indo do Ordoviciano ao Pleistoceno, em substratos marinhos a continentais (Keighley & Pickerill, 1994). Embora possa ser um icnogênero acessório em icnofácies como Skolithos, Grallator, Batrachichnus, Cruziana, Zoophycos e Nereites, *Taenidium* é um componente típico da ic-

nofácies Scoyenia, indicativa de zonas de transição entre ambientes subaéreos e subaquáticos (Buatois *et al.*, 2002; Rodríguez-Tovar *et al.*, 2016). *T. bowni* e *T. barretti* são icnoespécies particularmente sugestivas de ambientes continentais (Keighley & Pickerill, 1994; Smith *et al.*, 2008).

Nas amostras estudadas as escavações são seccionadas por gretas, o que permite inferir feições ambientais de dessecação. Tal aspecto associado à ocorrência de *T. barretti* aqui reportada concorda com as inferências paleoambientais já realizadas para as bacias do Iguatu, isto é, condições flúvio-lacustres sob um regime de clima quente e úmido (Carvalho, 2000; Lima, 1990). As bioturbações foram provavelmente produzidas durante os intervalos mais calmos da sequência deposicional, onde sedimentos mais finos assentaram em um ambiente de menor energia, propiciando o estabelecimento de uma fauna invertebrada local, posteriormente expostos a condições aéreas em decorrência da redução da lamina d’água em face ao clima quente da região. Todavia, mais estudos são necessários para a designação de uma icnofácies e inferências paleoambientais e paleoecológicas mais detalhadas.

5 Considerações Finais

Foi identificada a partir desse trabalho a ocorrência de estruturas de bioturbação de invertebrados com características atribuíveis ao icnogênero *Taeni-*

dium em sedimentos da Formação Malhada Vermelha, na bacia homônima. A identificação taxonômica permitiu a designação da icnoespécie *Taenidium barretti* para esses traços, cuja afinidade paleoambiental concorda com as interpretações já realizadas para a bacia. Esses icnofósseis são aqui atribuídos à atividade de invertebrados em sedimentos úmidos de um ambiente continental exposto a condições de dessecação do substrato, como resultado da ação do clima quente estabelecido na região durante o Cretáceo Inferior.

Devido ao caráter incipiente da Icnologia de invertebrados na Bacia de Malhada Vermelha, assim como para as demais bacias do Iguatu, supõe-se que estudos futuros possam trazer novidades para a paleontologia da região. Recomenda-se por fim a continuidade das pesquisas nessas bacias, as quais poderão trazer importantes dados sobre a biologia e ecologia de sua fauna pretérita, além de esclarecer aspectos sobre a evolução deposicional desses sedimentos.

6 Agradecimentos

Os autores agradecem à Vanessa Ávila Vasconcelos, Cesar Leandro Schultz, Felipe Lima Pinheiro e Paula Camboim Dentzien-Dias pela participação nas pesquisas de campo. À Maria de Jesus Gomes de Sousa por discussões em icnologia e Henry Daniel Rumbo Fonseca pelo auxílio com mapas. À UVA e à UFRGS pela parceria que propiciou a coleta das amostras estudadas, e ao CNPq e à FUNCAP pelo apoio financeiro à pesquisa (Processos: 478537/2008-5 e 800273/2016-8).

7 Referências

Arai, M. 2006. Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil. *Geociências*, 25(1): 7-15.

Arima, N. 2007. *Análise Estratigráfica da Bacia do Iguatu-CE*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 149p.

Brasil. 2003. *Mapa Geológico do Ceará*. Fortaleza: MME/SMM/CPRM. 1 mapa. Escala 1:500.000.

Brady, L.F. 1947. Invertebrate Tracks from the Coconino Sandstone of Northern Arizona. *Journal of Paleontology*, 21(5): 466-472.

Bromley, R.C.; Ekdale, A.A. & Richter, B. 1999. New *Taenidium* (trace fossil) in the Upper Cretaceous chalk of Northwestern Europe. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 46: 47-91.

Buatois, L.A.; Mángano, M.G. & Aceñolaza, F.G. 2002. *Trazas Fósiles: señales de comportamiento en el registro estratigráfico*. Trelew, Museo Paleontológico Egidio Feruglio. 382 p.

Carvalho, I.S. 2000. Bacias intracratônicas do Nordeste do Brasil. In: BRITO, I.M. (ed.). *Geologia Histórica*. Universidade Federal de Uberlândia, p. 115-140.

Carvalho, I.S. & Melo, J.H.G. 2012. Bacias interiores do Nordeste. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M. & BARTORELLI, A. (eds.). *Geologia do Brasil*. Beca, p. 502-509.

Cavalcanti, V.M.M. & Viana, M.S.S. 1992. Considerações sobre o Cretáceo da Bacia do Iguatu, Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 64 (1): 63-70.

D'Alessandro, A. & Bromley, R.G. 1987. Meniscate trace fossils and the *Muensteria-Taenidium* problem. *Paleontology*, 30(4): 743-763.

Figueiredo, A.E.Q. 2009. *Estudo tafonômico de afloramentos contendo vertebrados fósseis das bacias do Iguatu, Cretáceo Inferior, Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 111p.

Figueiredo, A.E.Q. & Bertoni-Machado, C. 2008. Icnofósseis de invertebrados das bacias do Iguatu: novos registros para o Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44, Curitiba, 2008. *Anais*, Curitiba, SBG, v. 1, p. 817.

Fortier, D.C. 2008. *Novos registros fósseis das bacias do Iguatu, Eocretáceo, Estado do Ceará*. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 116p.

Keihgley, D.G. & Pickerill, R.K. 1994. The ichnogenus *Beaconites* and its distinction from *Ancorichnus* and *Taenidium*. *Paleontology*, 37(2): 305-337.

Krapovickas, V.; Ciccioli, P.L.; Mángano, G.; Marsicano, C.A. & Limarino, C.O. 2009. Paleobiology and Paleocology of an arid-semiarid Miocene South American ichnofauna in anastomosed fluvial deposits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 284: 129-152.

Leonardi, G. & Muniz, G.C.B. 1985. Observações icnológicas (invertebrados e dinossauros) no Cretáceo continental do Ceará (Brasil), com menção a moluscos fósseis dulçaquícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 9, Fortaleza, 1985. *Resumo das Comunicações*, Fortaleza, SBP, p. 45.

Leonardi, G. & Spezzamonte, M. 1994. New tracksites (Dinosauria: Theropoda and Ornithopoda) from the Lower Cretaceous of the Ceará, Brazil. *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica*, 69: 61-70.

Lima, M.R. 1990. Estudo palinológico de sedimentos da Bacia de Icó, Cretáceo do Estado do Ceará, Brasil. *Boletim do Instituto de Geociências (USP)*, 21: 35-46.

Mabesoone, J.M. & Campanha, V.A. 1973/1974. Caracterização estratigráfica dos grupos Rio do Peixe e Iguatu. *Estudos Sedimentológicos*, 3/4: 22-41.

Moreira, J.V.P.; Paula, F.D.S.; Viana, M.S.S.; Figueiredo, A.E.Q. & Chaves, A.P.P. 2017. Presença do icnogênero *Taenidium* Heer, 1877 na Formação Lima Campos, Bacia de

- Malhada Vermelha (Cretáceo Inferior), Ceará - Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 25, Ribeirão Preto, 2017. *Paleontologia em Destaque: boletim informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, Ribeirão Preto, SBP, v. 1, p. 204.
- Pinheiro, F.L.; Figueiredo, A.E.Q.; Fortier, D.C.; Viana, M.S.S. & Schultz, C.L. 2011. Fauna de vertebrados eocretácicos de um afloramento da Bacia de Lima Campos, Ceará, Brasil. *Revista brasileira de Paleontologia*, 14(2): 189-198.
- Ponte, F.C. & Appi, C.J. 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. *Anais*. Natal, SBG, v. 1, p. 211-226.
- Ponte, F.C.; Dino, R.; Silva-Telles Jr., A.C. & Arai, M. 1990. *Geologia das bacias sedimentares do Iguatu, no estado do Ceará*. PETROBRÁS-CENPES-DIVEXSEBIPE, Relatório Interno, 27 p.
- Retallack, G.J. 2001. *Scoyenia* burrows from Ordovician palaeosols of the Juniata Formation in Pennsylvania. *Paleontology*, 44(2): 209-235.
- Rodríguez-Tovar, F.J.; Alcalá, L. & Cobos, A. 2016. *Taenidium* at the lower Barremian El Hoyo dinosaur tracksite (Teruel, Spain): assessing palaeoenvironmental conditions for the invertebrate community. *Cretaceous Research*, 65: 48-58.
- Smith, J.J.; Hasiotis, S.T. & Kraus, M.J. 2008. *Naktodemasis bowni*: new ichnogenus and ichnospecies for adhesive meniscate burrows (AMB), and paleoenvironmental implications, Paleogene Willwood Formation, Bighorn Basin, Wyoming. *Journal of Paleontology*, 82: 267-278.
- Uchman, A. 1999. Ichnology of the Rhenodanubian Flysch (Lower Cretaceous-Eocene) in Austria and Germany. *Beringeria*, 25: 67-173.
- Uchman, A. 2007. Deep-sea trace fossils from the mixed carbonate-siliciclastic flysch of the Monte Antola Formation (Late Campanian-Maastrichtian), North Apennines, Italy. *Cretaceous Research*, 28: 980-1004.