

Técnicas de locomoção empregues em *Merostomichnites* PACKARD, 1900 do Arenigiano de Portugal: critérios paleobiológicos para o reconhecimento de Phyllocarida

C. Neto de Carvalho^(a,b,1)

a - Centro de Geologia da Universidade de Lisboa. Bloco C2, 5.º piso, Campo Grande, P-1700 Lisboa

b - Grupo PALEO - Grupo de Paleontologia do Museu Nacional de História Natural. Rua da Escola Politécnica, n.º 58, P-1250-102 Lisboa

1 - praedichnia@hotmail.com

RESUMO

Palavras-chave: *Merostomichnites* isp.; modo de locomoção; Phyllocarida; Formação do Quartzito Armoricano; Formação dos Xistos com *Phyllocarites*; Ordovícico Inferior; Portugal.

São utilizadas métodos quantitativos de análise do padrão de locomoção conjugados com a clássica inferência morfo-etológica da Icnologia para identificar duas espécies dimensionalmente diferentes de Phyllocarida como potenciais produtores de *Merostomichnites* do Arenigiano de Portugal. A Subclasse Phyllocarida é, desta forma, assinalada pela primeira vez no Ordovícico português, salientando a importância dos icnofósseis na discriminação e caracterização paleobiológica dos biota marinhos peri-gondwânicos.

ABSTRACT

Keywords: *Merostomichnites* isp.; gait pattern; Phyllocarida; Armorican Quartzite Formation; Xistos com *Phyllocarites* Formation; Lower Ordovician; Portugal.

Quantitative methodologies are used for gait analysis crossed with the classic morpho-ethological inference of Ichnology in order to identify two dimensionally different species of Phyllocarida as the potential producers of the rare ichnogenus *Merostomichnites* found in the Arenig of Portugal. The Subclass Phyllocarida is therefore signed for the first time, emphasising the trace fossil value for identification and paleobiological characterization of the peri-gondwanic (shallow and deep) marine biota.

Introdução

A identificação de "*Cursichnia*" no Paleozóico de Portugal remete quase sómente para as formas de *Diplichnites* DAWSON, 1873, relativamente comuns no Ordovícico (Romano & Diggens, 1974; Rebelo & Romano, 1986; Piçarra, 2000), e normalmente atribuídas à actividade locomotora de trilobites (*e. g.* Seilacher, 1955; Crimes, 1970). Esta correlação genética deriva da composição morfológica das impressões, geralmente em forma de crescente simples, bifido ou com padrões radiais, presentes em duas fiadas de séries paralelas (mais ou menos complexas por variação preservacional), com forte obliquidade em relação à linha média e disposição simétrica em "V", o que traduz um deslocamento de pares de apêndices homólogos, mas heterópodes, "em fase oposta". Por outro lado, observa-se ocasionalmente a transição etológica das formas de *Diplichnites* para *Cruziana* (*e. g.*, obs. pess. em Penha Garcia; Crimes, 1970). Nos finais da década de 70, foi descoberto um grande trilho nos remotos quartzitos ordovícicos de Almegue (Cernache do Bonjardim; Cooper, 1980). Este trilho, classificado então como *Merostomichnites* PACKARD, 1900, diferia em muito de *Diplichnites*, pela largura de 140mm atingida e pela sua composição em fiadas de grandes impressões paralelas à linha média, com formas em arco e serrilhadas, só reproduzível por um artrópode homópode que, após o último estudo elaborado por Cooper & Romano (1982), permanecia no anonimato.

Os trabalhos de campo recentemente efectuados em Penha Garcia levaram à descoberta de um novo trilho e de séries de impressões atribuídas, para já, a *Merostomichnites* isp., desta feita com localização ao alcance de todos. O presente trabalho promove a análise morfo-etológica e a quantificação das técnicas de locomoção a partir dos novos achados, congregando ainda dados do trilho de Almegue, obtidos a partir das estampas de Cooper (1980) e de Cooper & Romano (1982), assim como do pequeno trilho figurado por Perdigão (1961), proveniente da Pedreira do Mestre André (Barrancos) e referido por Cooper & Romano (1982) como cf. *Merostomichnites strandi* STØRMER, 1934. O principal objectivo deste estudo será, com estes fundamentos paleobiológicos, a determinação do provável produtor.

Estratigrafia

As nova evidências de *Merostomichnites* no Arenigiano provêm da Formação do Quartzito Armoricano aflorante no vale de Ponsul, em Penha Garcia. O trilho principal pode ser visto facilmente a 102m do topo da sequência, em

grande bloco “*in situ*” situado junto do caminho que vai da Barragem para as piscinas fluviais. Este ocorre no topo de uma unidade quartzítica, em metassiltos micáceos, a cortar secções basais de *Arenicolites* SALTER, 1857 (Fig. 1A) o que, aliado à presença de *Cruziana furcifera* D’ORBIGNY, 1842 em epirrelevo côncavo e à boa preservação dos pormenores morfológicos das pegadas, permite verificar que estas realmente se tratam de *undertracks* ou sub-impressões. O fragmento de um segundo trilho, composto por 6 sub-impressões direitas cortadas por *Skolithos* HALDEMANN, 1840, foi recolhido em escombros provenientes de série xisto-quartzítica com 46m de espessura, a 132m do topo da formação. A amostra encontra-se actualmente nas colecções do Grupo Paleo. A abundância de *Cruziana*, a alternância esporádica de níveis com *piperock* de *Skolithos* e com *Arenicolites*, bem como as características sedimentares da sequência xisto-quartzítica onde ocorrem os achados, apontam para um ambiente de deposição infralitoral sob ocasional influência tempestática.

O trilho de Almegue, descrito inicialmente por Cooper (1980), ocorre na Formação Serra do Brejo, um equivalente local da Formação do Quartzito Armoricano (Cooper & Romano, 1982), no fundo de uma garganta do Zêzere, em local de difícil acesso. Foi encontrado num nível quartzítico métrico da unidade 11, situada a 18,5m do topo da sequência e a 45m do tecto da formação. A caracterização sedimentar e icnológica permitiu inferir um ambiente deposicional do tipo subtidal superior (Cooper & Romano, *op. cit.*). Foram feitas três tentativas, em épocas diferentes do ano, para localizar este trilho que se encontraria 4m abaixo do nível máximo das águas do Zêzere, todas elas infrutíferas.

O trilho de Barrancos figura sem designação no trabalho de Perdigão (1961), tendo sido englobado no grupo das *pistas em filas de pontos ou tracitos*, com atribuição à actividade de insectos(!). Provém da Pedreira do Mestre André, na qual se encontra exposta a parte superior da Formação dos Xistos com *Phyllocytes* (Piçarra, 2000), datada do Arenigiano (Delgado, 1908; Perdigão, 1967). A presença vulgar da subfácies de *Nereites* nesta espessa e monótona sequência xistenta é indicativa de uma deposição em meio marinho profundo, abaixo do limite de acção das tempestades. A localização da amostra com o trilho nas colecções do Museu Geológico do I. G. M. mostra-se, para já, incerta.

Iconologia Sistemática

A descrição morfológica dos trilhos segue o sistema padronizado de Trewin (1994).

Iconogénero *Merostomichnites* PACKARD, 1900

Diagnóstico: Impressões com forma de arco circular ou recta em duas fiadas paralelas, dispostas transversal ou obliquamente de modo simétrico (Häntzschel, 1975)

***Merostomichnites isp.* (Fig. 1)**

1961 Pistas em filas de pontos ou tracitos; Perdigão, p.355, est. 7, fig. 31.

1980 *Merostomichnites* sp. indet. Cooper, pp. 368-370, est. 33, fig. 4; est. 34, figs. 1-2.

1982 *Merostomichnites* ichnosp. Cooper & Romano, pp. 77-79, est. 1, figs. 1-3.

Descrição:

O trilho de Almegue apresenta uma largura 139mm e um comprimento de 820mm. As duas fiadas de impressões que lhe dão forma desenvolvem uma suave curva; as impressões, sulcos contínuos em arco ou linha (unifidos ou serrilhados) e em pontuações em epirrelevo, atingem 24mm de extensão, com uma inclinação média de apenas 7,6°. As séries são pouco evidentes, mas existem agrupamentos com simetria oposta de 5 impressões consecutivas sob o mesmo estilo de preservação, facto que também ocorre no trilho de Penha Garcia.

As formas de Penha Garcia apresentam dimensões próximas daquelas verificadas para o trilho de Almegue (133mm para o trilho e uma largura das sub-impressões que atinge os 30,8mm e 35,1mm em GPMNHN11CC). O comprimento do trilho completo é de 105mm (Fig. 1A). As sub-impressões, dispostas em fiadas rectilíneas e paralelas de 6 (lado esquerdo) e 9 (lado direito), ocorrem sob a forma de sulcos epicniais rectilíneos, arqueados ou sinusoidais, frequentemente com até 5 projecções espinhosas dispostas para trás. A sua obliquidade em relação à linha média nunca ultrapassa os 17°. A fiada de 6 sub-impressões arqueadas da amostra GPMNHN11CC ocorre em hiporrelevo convexo. Numa das extremidades das impressões observa-se um elevação em forma de crescente, cuja concavidade pode ser utilizada como critério do sentido de movimento.

O trilho de Barrancos difere dos restantes quase somente pelas suas reduzidas dimensões. O trilho tem cerca de 75mm de comprimento por 12mm de largura média. As fiadas são constituídas por 24 impressões dispostas de modo rectilíneo, com formas arqueadas, lineares ou compostas (2 a 3 pontuações em sobreposição), atingindo os 7mm de extensão. As impressões fazem um ângulo com a linha média em torno dos 7,6°. Observam-se conjuntos de 5 a 6 impressões com estilo preservacional comum.

As medidas dos trilhos foram determinadas a partir das fotografias da Fig. 1, do esquema de Cooper & Romano (1982; Fig. 3) e da figura 7 de Perdigão (1961), sendo o número das impressões orientado por ordem crescente a partir da margem inferior da estampa correspondente, exceptuando-se o trilho figurado por Perdigão, onde a orientação é feita da esquerda para a direita. Esta é uma orientação cronológica, uma vez que é feita segundo o sentido de movimento assumido. O resultados são apresentados na tabela I.

Trilho de Almegue (Parcial)						Trilho de Penha Garcia					
Impressão Par nº	Largura externa (mm)	Largura interna (mm)	Razão	Ângulo com a linha axial	*Diferença de fase oposta	Impressão Par nº	Largura externa (mm)	Largura interna (mm)	Razão	Ângulo com a linha axial	Diferença de fase oposta
1	138	95	1.45	9	-	1	-	-	-	17	-
2	140	98	1.43	11	0.24	2	-	-	-	11	0.21
3	-	-	-	3	0.18	3	-	-	-	13	0.21
4	-	-	-	12	-	4	-	-	-	10	0.27
5	140	123	1.14	6	0.18	5	133	83	1.6	6	0.24
6	-	-	-	0	0.15	6	128	80	1.6	8	0.24
7	-	-	-	16	0.18	7	132	88	1.5	13	0.21
8	-	-	-	10	0.18	8	137	92	1.49	10	0.24
9	-	-	-	8	0.15	9	133	82	1.62	5	0.27
10	-	-	-	11	0.18	Média	133	85	1.56	10.3	0.24
11	-	-	-	4	0.27	Tabela I - Medidas em <i>Merostomichnites</i> do Arenigiano de Portugal.					
12	-	-	-	6	0.24						
13	-	-	-	4	0.15						
14	-	-	-	0	0.27						
15	-	-	-	1	0.18						
16	-	-	-	19	0.15						
17	-	-	-	10	0.24						
18	-	-	-	23	0.21						
19	-	-	-	9	0.21						
20	-	-	-	3	0.21						
21	-	-	-	3	0.27						
22	-	-	-	2	0.18						
23	-	-	-	4	0.24						
Média	139	105	1.34	7.6	0.21						
Passada ¹ Média (mm) = 85						Passada ¹ (mm) = 56.67					
Padrão de Locomoção** = 8:2						Padrão de Locomoção** = 7.7:2.3					
Trilho de Barrancos						Trilho GPMNHN11CC (Fiada Direita)					
1	9	5	1.8	5	-	1	-	-	-	-	-
2	13	4	3.25	10	0.25	2	-	-	-	-	0.19
3	12	6	2	13	0.25	3	-	-	-	-	0.23
4	12	8	1.5	9	0.13	4	-	-	-	-	0.19
5	13	7	1.86	5	0.21	5	-	-	-	-	0.22
6	13	6	2.17	6	0.21	6	-	-	-	-	0.20
7	13	6	2.17	8	0.25	Média	-	-	-	-	0.21
8	12	6	2	13	0.27	Passada ¹ é a distância entre sucessivas impressões do mesmo apêndice; *Diferença de fase oposta é dada pela razão Op = $\frac{\text{Espaçamento entre 2 impressões consecutivas}}{\text{Passada Média}}$ **o Padrão de Locomoção pode ser quantificado percentualmente calculando o alcance do movimento remotor (r) através da expressão $r = \frac{\text{Espaçamento médio entre impressões consecutivas} \times 10}{\text{Passada Média}}$ sendo que o Padrão de Locomoção é dado pela razão entre o movimento de protração (p) e o movimento remotor: por conveniência p = 10-r; PL = p:r (eq. adaptadas de Lane, 1999).					
9	13	6	2.17	8	0.25						
10	13	5	2.6	12	0.25						
11	13	5	2.6	11	0.25						
12	11	7	1.57	9	0.31						
13	11	6	1.83	11	0.21						
14	11	6	1.83	17	0.17						
15	12	6	2	23	0.30						
16	12	7	1.71	3	0.13						
17	12	8	1.5	2	0.17						
18	13	4	3.25	1	0.34						
19	13	5	2.6	4	0.17						
20	13	5	2.6	7	0.23						
21	13	6	2.17	3	0.24						
22	11	4	2.75	0	0.21						
23	11	4	2.75	3	0.25						
24	12	7	1.71	3	-						
Média	12.	6	2.18	7.6	0.23						
Passada ¹ Média (mm) = 11.80						Passada ¹ (mm) = 65					
Padrão de Locomoção** = 7.7:2.3						Padrão de Locomoção** = 8:2					

Interpretação:

As fiadas de impressões e sub-impressões essencialmente rectilíneas representam locomoção contínua paralela à camada com apêndices morfológica e dimensionalmente idênticos. As semelhanças morfo-etológicas e dos padrões de locomoção verificados nas formas de *Merostomichnites* do Arenigiano de Portugal (vide TABELA I) apontam para produtores com um *bauplâne* comum. Por outro lado, os quatro trilhos mostram um ligeiro desfasamento de fase pouco superior a 0.2, igualmente compatível. No entanto, se as medidas transversas do trilho de Almegue condizem com o de Penha Garcia, permitindo assumir um produtor possivelmente da mesma espécie, já o trilho de Barrancos terá sido elaborado por um organismo 10 vezes mais pequeno.

Não obstante, todos os atributos acima discriminados, excepto as dimensões e a idade, encaixam-se com os valores quantitativos de modelação biomecânica para *Canadaspis perfecta*, um pequeno Phyllocarida epibentónico de Burgess Shale, quando comparados com formas de *Merostomichnites* do Câmbrio Inferior de Tapeats Sandstone Formation (Lane, 1999). Quanto à idade, recentemente foram descobertos filocarídeos em níveis com *Merostomichnites* no Ordovícico Inferior-Médio do Blaiklock Glacier Group, no W da Antárctida (Weber & Braddy, 1999). No que diz respeito às dimensões, se o comprimento de *Canadaspis perfecta* não chega a 10mm, a Ordem Archaeostraca possuiu os maiores filocarídeos que alguma vez existiram, chegando a atingir 75cm (Rolfe, 1969). Os Phyllocarida têm toracópodes espinhosos, o que pode ser identificável nas impressões por estes produzidas, todos semelhantes e pouco especializados, sintomático de um hábito depositívoro ou detritívoro (Rolfe, *op. cit.*). Actualmente, habitam em áreas costeiras, podendo atingir algumas espécies profundidades próprias de talude continental (Biernbaum & Wenner, 1993).

A baixa assimetria entre pares de apêndices e os elevados períodos de protração (recuperação) calculados, com valores próximos de 80%, permitem assumir um modo de deslocação rápido por impulsos (saltação) empregue pelas duas espécies de Phyllocarida intervenientes na construção das formas de *Merostomichnites* de Almegue+Penha Garcia e de Barrancos.

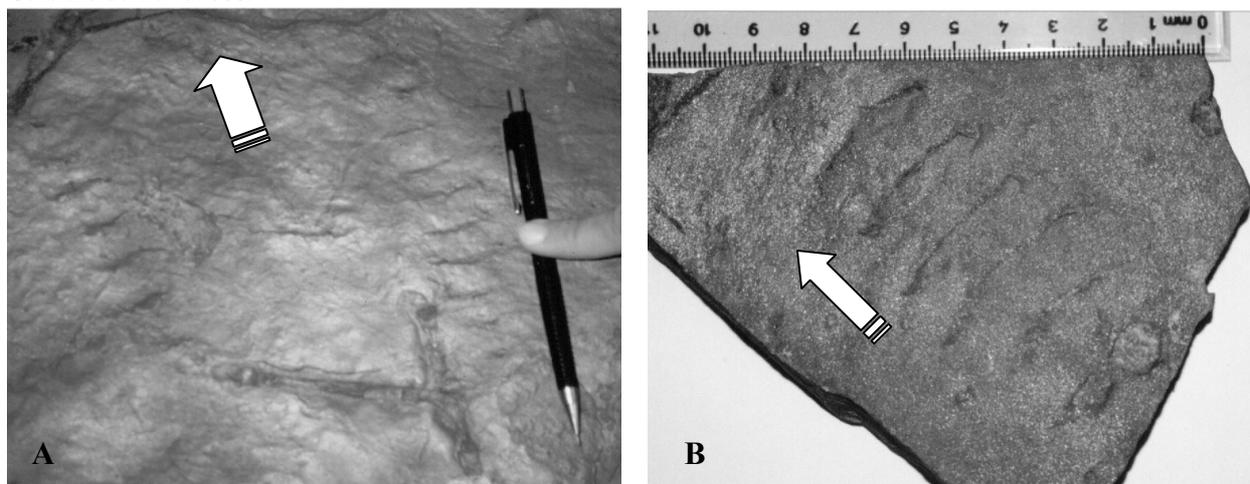


Figura 1 - *Merostomichnites* isp. do Arenigiano de Penha Garcia. A - Associação de sub-impressões com secções basais de *Arenicolites*. Lapiseira com 15cm. B - GPMNHN11CC. Fragmento de trilho (sub-impressões direitas) cortado por *Skolithos* isp. As setas dão o sentido do movimento.

Agradecimentos

O autor agradece a Simon J. Braddy e Abigail Lane, da University of Bristol, alguns dos dados bibliográficos conducentes à realização deste trabalho.

Bibliografia

- Biernbaum, C. K. & Wenner, E. L. (1993) - Trapping of necrophagous crustaceans on the upper continental slope off South Carolina, USA. *Journal of Crustacean Biology*, 13(3): 601-608.
- Cooper, A. H. (1980) - *The Stratigraphy and Palaeontology of the Ordovician to Devonian Rocks of the Area North of Dornes (near Figueiró dos Vinhos), central Portugal*. Ph. D. Thesis (n.p.), University of Sheffield, vol. 1, 378p.
- _____ & Romano, M. (1982) - The lower Ordovician stratigraphy of the Dornes-Figueiró dos Vinhos area, central Portugal, with descriptions of *Merostomichnites* ichnosp. and *Rosselia socialis*; two previously unrecorded trace fossils. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 68(1): 73-82.
- Crimes, T. P. (1970) - Trilobite tracks and other trace fossils from the Upper Cambrian of North Wales. *Geological Journal*, 7: 47-68.
- Delgado, J. F. N. (1908) - *Système silurique du Portugal. Étude de stratigraphie paléontologique*. Mem. Com. Serv. Geol. de Portugal, Lisboa, 245 p.
- Häntzschel, W. (1975) - Miscellanea - Trace Fossils and Problematica. In: C. Teichert (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W*. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, W269p.
- Lane, A. (1999) - *The walking techniques of Burgess Shale arthropods: a functional and ichnological investigation*. M. Sc. Thesis (n. p.), University of Bristol, 109p.
- Perdigão, J. C. (1961) - Nereites do Baixo Alentejo. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 45: 339-365.
- _____ (1967) - Estudos geológicos na pedreira do Mestre André (Barrancos). *Comunicações Serviços Geológicos Portugal*, 52: 55-78.
- Piçarra, J. M. (2000) - *Estudo estratigráfico do Sector de Estremoz-Barrancos, Zona de Ossa Morena, Portugal. Vol. II – Bioestratigrafia do intervalo Ordovícico-Devónico Inferior*. Tese Doutoramento (n. p.), Universidade Évora, 173 p.

- Rebelo, J. A. & Romano, M. (1986) - A contribution to the lithostratigraphy and palaeontology of the Lower Palaeozoic rocks of the Moncorvo region, Northeast Portugal. *Comunicações Serviços Geológicos Portugal*, 72(1/2): 45-58.
- Rolfe, W. D. I. (1969) – Phyllocarida. In: R. C. Moore (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R: Arthropoda*4. The Geological Society of America and the University of Kansas Press, Lawrence: R297-R331.
- Romano, M. & Diggens, J. N. (1974) - The stratigraphy and structure of Ordovician and associated rocks around Valongo, North Portugal. *Comunicações Serviços Geológicos Portugal*, 57: 25-52.
- Seilacher, A. (1955) - Spuren und Fazies im Unterkambrium. In: O. H. Schindewolf & A. Seilacher (eds.), *Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan)*. Akad. Wiss. Lit. Mainz, math.-nat. Kl., Abhandl., 10: 11-143.
- Trewin, N. H. (1994) - A draft system for the identification and description of arthropod trackways. *Palaeontology*, 37(4): 811-823.
- Weber, B. & Braddy, S. J. (1999) - Problematic crustaceans from the Lower Ordovician of the Shackleton Range, W. Antarctica. *International Symposium – The origins of animal body plans and their fossil records. Abstracts with Programs*: 51-55.