

Tentaculites e cornulídeos de Portugal: revisão bibliográfica e museológica

Tentaculites and cornulitids of Portugal: a bibliographic and museological review

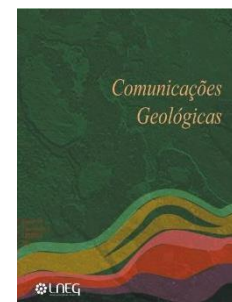
G. Silvério^{1*}, S. Pereira², N. Moreira^{1,3}, J. Piçarra⁴, G. Machado⁵

DOI: <https://doi.org/10.34637/83v6-xw38>

Recebido em 31/12/2020 / Aceite em 17/05/2021

Publicado online em maio de 2022

© 2021 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original
Original article

Resumo: As tentaculites e as cornulites (=cornulídeos) são grupos extintos de animais invertebrados de afinidade controversa que têm recebido pouca atenção em Portugal. Neste trabalho, dá-se a conhecer o estado atual do conhecimento das tentaculites e cornulites portuguesas, através de um levantamento bibliográfico detalhado, análise de material depositado nos vários museus portugueses com coleções paleontológicas e dados inéditos. Esta revisão permitiu determinar que os grupos estão representados em rochas de idades compreendidas entre o Ordovícico e o Devónico, quer em sequências carbonatadas, quer em depósitos marinhos siliciclásticos de granularidade variável, na Zona Centro-Ibérica (Anticlinal de Valongo, Estrutura Marão-Alvão, Sinclinal do Buçaco, Sinclinal de Fajão-Muradal, Sinclinal de Amêndoa-Carvoeiro e Sinclinal de Portalegre) e na Zona de Ossa-Morena (Anticlinal de Estremoz, Sinclinal de Terena, Bacia de Cabrela e Calcários de Odivelas). As identificações sistemáticas prévias, ainda que desatualizadas, sugerem a existência de oito espécies pertencentes aos géneros *Tentaculites*, *Cornulites* e *Nowakia*. Uma revisão sistemática dos registos portugueses é essencial para determinar a diversidade, paleobiogeografia e potencial biostratigráfico dos grupos em Portugal.

Palavras-chave: Tentaculites, Cornulites, Paleozoico, Zona Centro-Ibérica, Zona de Ossa-Morena

Abstract: Tentaculites and cornulites (=cornulitids) are extinct groups of invertebrate animals of controversial affinity that have received little attention in Portugal. In this work, the current state of knowledge of Portuguese tentaculites and cornulites is presented, through a detailed bibliographical study, a survey of the material deposited in several Portuguese museums with paleontological collections, and original data. This review shows that the groups are represented from the Ordovician to the Devonian, both in carbonate sequences and in siliciclastic marine deposits of variable grain size, in the Central Iberian Zone (Valongo Anticline, Marão-Alvão Structure, Buçaco Syncline, Fajão-Muradal Syncline, Amêndoa-Carvoeiro Syncline and Portalegre Syncline) and in the Ossa-Morena Zone (Estremoz Anticline, Terena Syncline, Cabrela Basin and Odivelas Limestone). Although outdated, previous systematic identifications indicate the presence of eight species belonging to the genera *Tentaculites*, *Cornulites* and *Nowakia*. A systematic review of Portuguese records is essential to determine the diversity, paleobiogeography and biostratigraphic potential of the groups in Portugal.

Keywords: Tentaculites, *Cornulites*, Paleozoic, Central-Iberian Zone, Ossa-Morena Zone.

² Centro de Geociências, Universidade de Coimbra, Rua Sílvio Lima, 3030-790 Coimbra, Portugal.

³ Instituto de Investigação e Formação Avançada (IIFA), Universidade de Évora, Portugal.

⁴ Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG). Bairro da Vale d'Oca, Ap. 14, 7600-020 Aljustrel, Portugal.

⁵ Chronosurveys Lda. Almada; Instituto Dom Luiz. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande Edifício C1, Piso 1, 1749-016 Lisboa.

* Corresponding author/Autor correspondente: gsilverio@uevora.pt

1. Introdução

As tentaculites e as cornulites são grupos extintos de animais invertebrados de afinidade controversa, que viveram durante o Paleozoico (Cornulites, Ordovícico Inferior [Wittmer e Miller, 2011]–Carbónico [Vinn, 2010]; Tentaculites, Silúrico–Devónico [Bouček, 1964; Lardeux, 1969]). Nas publicações clássicas, as tentaculites foram agrupadas na classe Tentaculitoidea Lyashenko, diferenciada em três ordens (Tentaculitida Lyashenko, Dacryoconarida Fisher e Homoctenida Bouček; Lardeux, 1969) e as cornulites reunidas na família Cornulitidae Fisher. Uma hipótese filogenética alternativa foi proposta por Bouček (1964), na qual as cornulites e os coleolídeos são incluídos na renomeada classe Tentaculita. Recentemente, estudos da microestrutura das conchas (*e.g.* Vinn, 2010) sugerem que também as ordens Microconchida Weedon e Trypanoporida Weedon pertencerão à classe Tentaculita, estendendo o intervalo temporal de existência do grupo até ao Jurássico Médio. Para simplificar, neste trabalho o nome tentaculites refere-se ao conjunto tentaculites e cornulites, enquanto tentaculites *s. s.* refere-se à clássica classe Tentaculitoidea.

Tanto as tentaculites *s. s.* como as cornulites possuíam uma concha cónica de pequenas dimensões (milimétrica a centimétrica), de natureza calcária, aberta na extremidade mais larga e fechada na mais estreita. Esta concha, lisa ou ornamentada, podia ser reta (tentaculites *s. s.* das subclasses Chonioconarida Farsan e Dacryoconarida), ligeiramente curvada (cornulites da família Cornulitidae) ou espiralada (possíveis tentaculites das ordens Microconchida e Trypanoporida) (Vinn e Zatón, 2012). O grupo das tentaculites tem sido frequentemente associado aos moluscos, enquadramento bastante questionado nas últimas

¹ Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora; Instituto de Ciências da Terra, Pólo de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7002-554 Évora.

décadas graças a análises filogenéticas baseadas nas características morfológicas, mineralógicas e ontogenéticas das conchas, que sugerem uma afinidade próxima aos Brachiozoa Cavalier-Smith (clado que agrupa Brachiopoda Duméril e Phoronida Hatschek) (Herringshaw *et al.*, 2006; Towe, 1978; Vinn e Zatón, 2012).

O desconhecimento das partes moles das tentaculites, a limitada informação extrapolável das suas estruturas internas e a ausência de caracteres morfológicos diagnósticos dos principais grupos conhecidos, dificultam a sua classificação. O nome tentaculites resultou de terem sido inicialmente interpretados como ‘tentáculos de crinóides’ ou ‘antenas de trilobites’ (Schlotheim, 1820) pela sua aparente segmentação, no entanto, a concha é uma peça única, ornamentada segundo um padrão de anéis transversais que lhe conferem esse aspeto segmentado. No caso das tentaculites incrustantes (cornulítídeos, microconchídeos e trypanoporídeos), a câmara embrionária está frequentemente cimentada a substratos mineralizados (biológicos ou não), sendo que a restante concha acompanha o contorno do substrato (*e.g.* Morris e Felton, 1993; Vinn, 2010).

O reduzido número de elementos de identificação das espécies de tentaculites, limitam a sua utilidade bioestratigráfica. Ainda assim, existem algumas propostas de biozoonização, sobretudo para os dacriocónarídeos e homocentídeos do Devónico, que podem ser úteis na ausência de outros grupos fósseis ou como complemento à biozoonização de outros grupos (Bouček, 1967; Truyols-Massoni,

1989; Ferrová *et al.*, 2012). Acresce o facto de o grupo ter particular utilidade em estudos paleoambientais, quer como indicador batimétrico (proporção de formas planctónicas relativamente a outras, sobretudo para dacriocónarídeos [Vodrážková *et al.*, 2013]), quer como indicador de hidrodinamismo e sentido de paleocorrentes (Jones e Dennison, 1970). A ocorrência de fósseis de tentaculites em Portugal é conhecida há mais de 100 anos (*e.g.* Delgado, 1908). Porém, o grupo nunca foi alvo de estudos mais detalhados, estando a informação sobre a sua ocorrência dispersa em estudos de outras índoles. Este trabalho constitui assim uma revisão à escala nacional das ocorrências de tentaculites, de forma a estabelecer o estado atual do conhecimento do grupo em Portugal e avaliar o seu potencial como objeto de estudo.

2. Metodologia

Para recolher o máximo de informação existente sobre a ocorrência de tentaculites em Portugal, efetuou-se uma pesquisa tripartida: 1) análise bibliográfica de antecedentes (sintetizada na Tab. 1); 2) inventariação do material existente em diversos museus nacionais com coleções paleontológicas (quer registado nas bibliografias consultadas, quer inédito e disperso em recolhas paleontológicas diversas); 3) dados inéditos dos autores e/ou colaboradores.

Tabela 1. Lista de publicações e identificações dos estudos originais de tentaculites em Portugal e suas respetivas citações, ordenadas por ordem cronológica.

Table 1. Publication and identification list from original studies of Portuguese tentaculites by chronological order.

Autor(es)	Ocorrências	Região	Sistema	Andar	Litostratigrafia	Observações	Figurado	Coleções
Delgado (1908)	<i>Tentaculites scalaris</i> , <i>T. tenuis</i> , <i>T. subochleatus</i> , <i>T. cf. tenuicinctus</i> , <i>T. sp.</i> , <i>T.?</i>	Anticlinal de Valongo	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano")	Membro Superior (Formação Telheiras)	Listagem geral de ocorrências. Proveniência nas etiquetas da coleção (exceto corte Vilar de Matos a Alfena e Corte de Cabeda, indicado no trabalho)	Não figurados	MG-LNEG
	<i>Tentaculites scalaris</i> , <i>T. n. sp.</i> (aff. <i>T. scalaris</i>), <i>Cornulites major</i> , <i>C. serpularis</i> (sic)	Sinclinal de Portalegre	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano") Lochkoviano (Gediniano)	Formação Porto da Espada Formação São Mamede	Listagem geral de ocorrências. Informação de proveniência nas etiquetas da coleção		
Torres (1926)	<i>Tentaculites elongatus</i>	Anticlinal de Valongo	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano")	Membro Superior (Formação Telheiras)	Proveniência: Rates. Listagem repetida por Medeiros (1955), Teixeira <i>et al.</i> (1965) e Mateus (2017)	Não figurado	MHNC-UP
Medeiros (1955)	<i>Tentaculites elongatus</i>	Anticlinal de Valongo	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano")	Membro Superior (Formação Telheiras)	Proveniência: Quinta da Varziela (Medas) e Midões (Foz do Sousa). Listagem repetida por Medeiros <i>et al.</i> (1980)	Est. V, fig. 1-3; Est. VI, fig. 1-2	MHNC-UP
Costa & Teixeira (1957)	<i>Tentaculites</i> sp.	Anticlinal de Valongo	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano")	Membro Superior (Formação Telheiras)	Proveniência: Quinta (Folgosa), Vilar (Alfena) e Telheiras (Alfena, com dados inéditos de Décio Thadeu)	Não figurado	Não espec. (LNEG?)
Romariz & Diniz (1962)	Tentaculitídeos (?)	Sinclinal do Buçaco	Ordovícico	Katiano (Kralodvoriano)	Mb Riba de Cima (Fm Ferradosa)	Identificados em lâmina delgada	Não figurado	Não especificada
	<i>Tentaculites</i> sp.	Estr. Marão-Alvão	Silúrico	Wenlock	Formação Campanhó		Est. I, fig. 2; Est. II, fig. 1-2; Est. III, fig. 1	
Medeiros (1964)	<i>Tentaculites</i> off. (sic) <i>tenuis</i>	Anticlinal de Valongo	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano")	Membro Superior (Formação Telheiras)	Quinta da Varziela (Medas), anteriormente identificados como <i>Tentaculites</i> sp. por Medeiros (1945)	Não figurado	Não espec. (LNEG?)
Perdigão (1973)	<i>Tentaculites</i> sp. <i>Cornulites serpularius</i>	Sinclinal de Portalegre	Devónico	Lochkoviano (Gediniano)	Formação São Mamede	Proveniência: Alegrete Proveniência: Alegrete e Serra Fria	Não figurado Est. IV, fig. 7	MG-LNEG
Perdigão (1977)	<i>Tentaculites</i> sp.	Anticlinal de Valongo	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano")	Membro Superior (Formação Telheiras)	Proveniência: S. Félix de Laúndos, S. Pedro da Cova, Serra (Póvoa de Varzim), Alfena, Varziela (Felgueiras)	Não figurado	MG-LNEG
	<i>Tentaculites</i> cf. <i>irregularis</i> / <i>T. aff. irregularis</i>					Proveniência: Serra (Póvoa de Varzim)	Est. IV, fig. 2	
Medeiros <i>et al.</i> (1980)	<i>Tentaculites</i> sp.	Anticlinal de Valongo	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano")	Membro Superior (Formação Telheiras)	Proveniência: São Pedro da Cova	Não figurado	Não espec. (LNEG?)
Perdigão <i>et al.</i> (1982)	<i>Tentaculites</i> sp.	Sinclinal de Terena	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano")	Formação Terena	Identificados por M. Ramalho, em lâmina delgada (clastos de lítido remobilizados em conglomerados)	Fig. 4	Não espec. (LNEG?)
Gourvenec <i>et al.</i> (2008, 2010)	"Tentaculitids?" "Ind. tentaculitid"	Sinclinal de Amêndoa-Carvoeiro	Devónico	Lochkoviano (Gediniano)	Formação Serra do Luação	Proveniência: Dornes	2008: Fig. 7A-B	MG-LNEG
Machado <i>et al.</i> (2010, 2020)	"Tentaculites"	Complexo Igneo Beja	Devónico	Emsiano-Eifeliano	Calcários de Odivelas	Identificados em lâmina delgada e resíduos de dissolução	2010: Pl. 1, fig. F; 2020: Fig. 4c-g	MG-LNEG
Domingos (2014)	<i>Nowakia</i> sp.	Anticlinal de Valongo	Devónico	Praguiano-Emsiano ("Coblenciano")	Membro Superior (Formação Telheiras)	Proveniência: São Pedro da Cova	Est. 6, fig. A-E, J-K; Est. 7, fig. A-F	DCT-UNL
	<i>Nowakia</i> n. sp.?						Est. 6, fig. F-G; Est. 7, fig. H	
	Tentaculites indeterminadas						Est. 6, fig. H-I; Est. 7, fig. G-I	
Piçarra <i>et al.</i> (2014)	"Tentaculitoids"	Anticlinal de Estremoz	Devónico	Devónico Inferior?	Complexo Vulcano-Sedimentar Estremoz	Proveniência: Bencantel. Ocorrência mencionada por Lopes & Martins (2018)	Neste trabalho, Fig. 1B	MG-LNEG
Silvério <i>et al.</i> (2017, 2019)	"Dacryocónarids"	Bacia de Cabrela	Devónico	Eifeliano	Formação Pedreira da Engenharia	Em lâmina delgada e em resíduos de dissolução. Mencionadas por Jorge <i>et al.</i> (2018)	Não figurados	Em estudo

Foram localizados e inventariados exemplares de tentaculites no Museu Geológico (MG-LNEG), no Museu Décio Thadeu (MDT-IST) e no Museu de História Natural e da Ciência da Universidade do Porto (MHNC-UP). Foram também consultados o Museu Nacional de História Natural e da Ciência, o Museu de Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, o Museu Mineiro de São Pedro da Cova, o espólio fóssil do Centro de Interpretação Ambiental de Valongo e o do Museu e Arquivo Municipal de Valongo, nos quais não foram localizados espécimes do grupo nas suas bases de dados e catálogos.

Sempre que possível, foi efetuada a ligação entre as referências recolhidas na bibliografia e os materiais correspondentes, quer figurados, quer apenas mencionados.

3. Registo português de tentaculites

A revisão da bibliografia, produzida em diferentes momentos do conhecimento geológico do país, por diversos autores e em estudos de diversas índoles, revela uma clara heterogeneidade de informação existente, quer sistemática (identificações gerais do grupo até identificações tentativas da família, género e/ou espécie), quer litostratigráfica, geográfica e cronostratigráfica, por vezes com detalhe relativo à proveniência do material, mas, na maior parte das vezes, apenas com informações generalistas. De forma a apresentar coerentemente os dados existentes e o estado do conhecimento do grupo em Portugal, optou-se por abordar os antecedentes por zonas tectonoestratigráficas (Zona Centro-Ibérica [ZCI] e Zona de Ossa-Morena [ZOM]) e, dentro destas, por setor geológico/geográfico (Fig. 1).

No total, foram localizadas em museus 34 amostras contendo fósseis de tentaculites, correspondendo tanto a exemplares únicos isolados, como a acumulações de vários espécimes. A totalidade de materiais em depósitos provém de níveis de idade devónica. Contudo, mencionam-se na bibliografia materiais de idades distintas (Ordovícico e Silúrico) (Tab. 1), mas sem especificação dos locais de depósito do material. Os fósseis de tentaculites provenientes da ZCI datam, maioritariamente, do Devónico Inferior e estão preservados sob a forma de moldes, enquanto os da ZOM abarcam idades compreendidas entre o Silúrico superior e o Devónico Médio e correspondem a mineralizações primárias ou secundárias. Embora um estudo sistemático saia do âmbito deste trabalho, reconhecem-se pelo menos 11 taxa de categoria inferior (género ou espécie) distintos, de entre um total de 30 identificações existentes na bibliografia.

3.1. Zona Centro-Ibérica

Anticlinal de Valongo. O primeiro registo da ocorrência de tentaculites no Anticlinal de Valongo coube a Delgado (1908), que identificou, em diversas localidades, quatro espécies do género *Tentaculites* Schlotheim (*T. scalaris* Schlotheim, *T. subcochleatus* Sandberger e Sandberger, *T. tenuis* J. de C. Sowerby e *T. cf. tenuicinctus* Hall) em níveis que considerou silúricos e que são hoje atribuídos ao Devónico (Formação Telheiras; Pereira e Ribeiro, 1992). Posteriormente, Torres (1926) e Medeiros (1955) identificaram *Tentaculites elongatus* Hall na mesma unidade, em várias jazidas onde consideraram o registo do grupo como muito abundante (e.g. jazida de Rates). Durante a segunda metade do século XX, Costa e Teixeira (1957), Teixeira (1959), Medeiros (1964), Perdígão (1977) e Medeiros *et al.* (1980) reportaram a existência de *Tentaculites* no Devónico Inferior, ao longo de toda a extensão do anticlinal. A contribuição mais recente é a de Domingos (2014), que identificou o género *Nowakia* Gurich no

Devónico Inferior de São Pedro da Cova, sugerindo a presença de uma nova espécie, não definida.

Nas coleções museológicas consultadas, são várias as amostras com espécimes de tentaculites provenientes do Devónico do Anticlinal de Valongo: MHNC-UP (7); MG-LNEG (3); MDT-IST (12). As etiquetas que acompanham as amostras, quando existentes, identificam os exemplares como pertencentes ao género *Tentaculites*, sem especificação (MG-LNEG e MDT-IST), ou à espécie *Tentaculites elongatus* (Fig. 1c, MHNC-UP). Todos os fósseis de tentaculites do Anticlinal de Valongo localizados ocorrem em litologias de natureza argilítica, com tonalidades brancas a rosadas.

Estrutura Marão-Alvão. A única ocorrência documentada de tentaculites na estrutura Marão-Alvão provém do trabalho de Romariz e Diniz (1962), no qual são identificados espécimes de *Tentaculites* em lâmina delgada, em calcários da Formação Campanhó, atribuídos ao Wenlock (Silúrico; Pereira, 1987). Desconhece-se a localização do material mencionado.

Sinclinal do Buçaco. Tal como para a Estrutura Marão-Alvão, apenas Romariz e Diniz (1962) reportaram tentaculites neste setor, ainda que de forma tentativa, na Formação Ferradosa, do Ordovícico Superior (Young, 1988). Esta identificação foi posta em causa por Romano (1982), que não reconheceu tentaculites nessa formação entre o muito material existente no MG-LNEG. Desconhece-se a localização do material e, não tendo sido figurado, não é possível discutir a identificação.

Sinclinal de Fajão-Muradal. Trabalhos recentes, realizados pelos autores na região de Orvalho (Oleiros), permitiram a identificação de um fragmento de tentaculites num nódulo da Formação Ferradosa (Katiano superior, Ordovícico Superior), remobilizado na Formação Casal Carvalhal (Hirnantiano, Ordovícico Superior) (Young, 1988). Este material inédito encontra-se em estudo e provém da unidade litostratigráfica equivalente àquela onde Romariz e Diniz (1962) identificaram, tentativamente, tentaculites no Sinclinal do Buçaco.

Sinclinal de Amêndoa-Carvoeiro. Em estudos paleontológicos realizados na região de Dornes, focados sobretudo em braquiópodes, foram reportadas tentaculites indeterminadas em níveis arenosos lumachélicos da Formação Serra do Luação, do Devónico Inferior (Gourvenec *et al.*, 2008; 2010). No MG-LNEG foi identificada uma amostra da região de Dornes contendo tentaculites indeterminadas. Trabalhos recentes de prospeção paleontológica, realizada pelos autores nesta estrutura, permitiram a recolha de espécimes de grandes dimensões e bom estado de preservação no Devónico Inferior (Fig. 1d), bem como a recolha inédita de tentaculites indeterminadas no Ordovícico da região de Mação (Darriwiliano, Formação Cabril; Sandbiano, Formação Carregueira). Estas correspondem, até ao momento, aos registos mais antigos do grupo em Portugal.

Sinclinal de Portalegre. No importante trabalho de Delgado (1908), o autor registou várias ocorrências do grupo no Devónico Inferior de Portalegre, tendo identificado *Cornulites major* Barrande, *C. serpularius* Schlotheim, *Tentaculites scalaris* e uma possível forma nova (*T. n. sp. aff. T. tenuicinctus*; Fig. 1h). Este material foi localizado nas coleções do MG-LNEG, sendo proveniente de unidades distintas (Tab. 1). Posteriormente, no decorrer de longas campanhas no Devónico da região, Perdígão

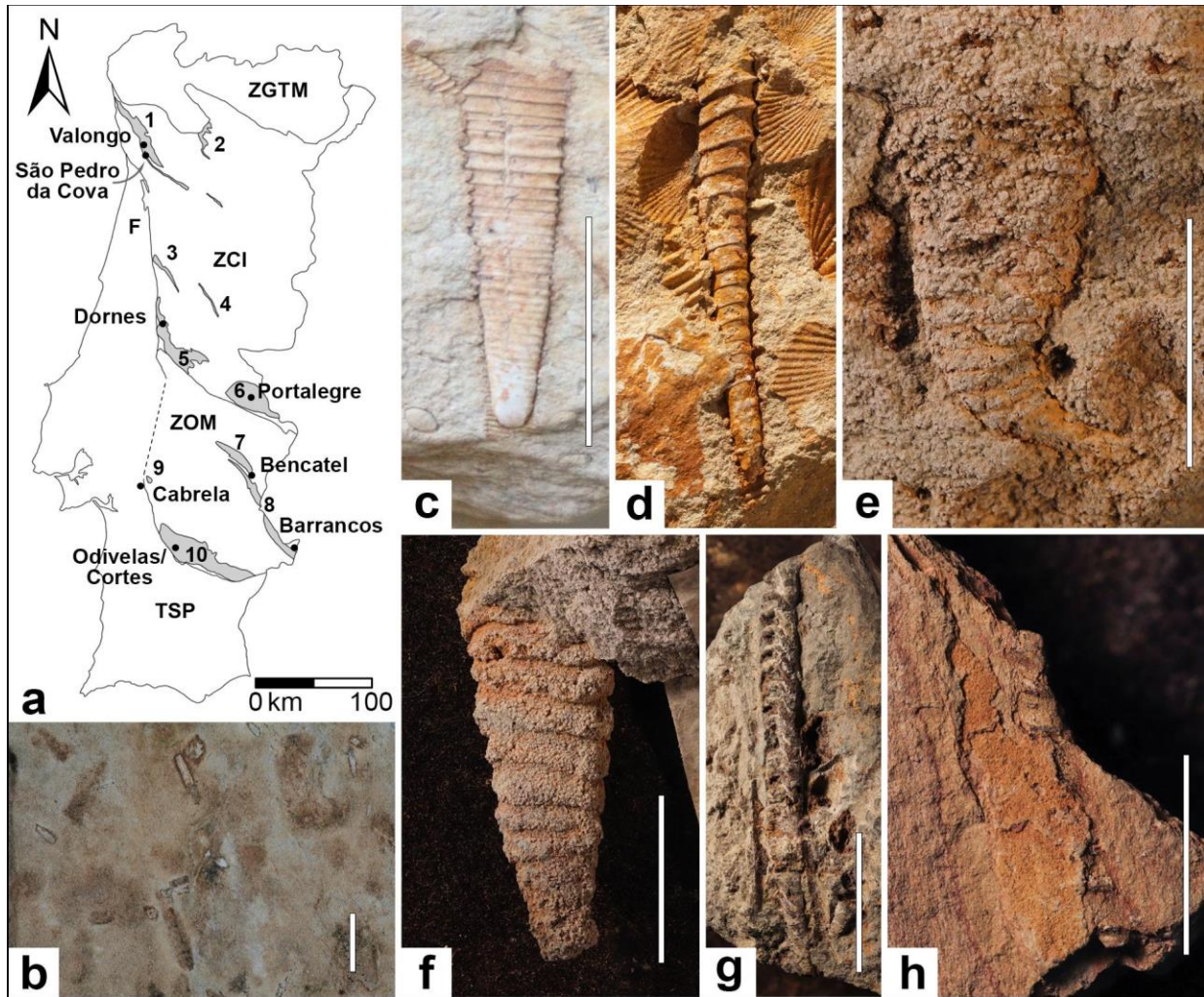


Figura 1. Síntese e enquadramento geográfico e geológico de espécimes de tentaculites de Portugal. (a) Localização dos setores geológicos produtivos para tentaculites realçados e enumerados (adaptado de LNEG, 2010; Moreira *et al.*, 2019b): 1 – Anticlinal de Valongo; 2 – Estrutura Marão-Alvão; 3 – Sinclinal do Buçaco; 4 – Sinclinal de Fajão-Muradal; 5 – Sinclinal de Amêndoa-Carvoeiro; 6 – Sinclinal de Portalegre; 7 – Anticlinal de Estremoz; 8 – Sinclinal de Terena; 9 – Bacia de Cabrela; 10 – Complexo Ígneo de Beja-Região de Odivelas. ZGTM – Zona de Galiza-Trás-os-Montes, ZCI – Zona Centro-Ibérica, F – Terreno Finisterra, ZOM – Zona de Ossa-Morena, TSP – Terreno Sul Português. (b) Tentaculites de Bencatel (molde externo e internos), Anticlinal de Estremoz. (c) ‘*Tentaculites elongatus*’ (molde interno, identificação de Torres, 1926 ou Medeiros, 1955) da Formação Telheiras do Devónico de Rates, Anticlinal de Valongo. (d) Tentaculite indeterminada (molde interno) da Formação Serra do Luação, do Devónico Inferior de Dornes, Sinclinal de Amêndoa-Carvoeiro. (e) ‘*Cornulites serpularius*’ (molde interno, identificação de Delgado, 1908) do Devónico Inferior de Portalegre, Sinclinal de Portalegre. (f) Tentaculite indeterminada (molde interno) do Devónico Inferior de Portalegre, Sinclinal de Portalegre. (g) Tentaculite(?) do afloramento 600m a SE de Barrancos, de contexto estratigráfico desconhecido, Sinclinal de Terena. (h) ‘*Tentaculites* sp. nov. aff. *T. tenuicinctus*’ (possível molde interno, identificação de Delgado, 1908), do Devónico Inferior de Portalegre, Sinclinal de Portalegre. Escala = 1 cm.

Figure 1. Geographic and geological setting of tentaculite specimens from Portugal. (a) Location of the tentaculite bearing geological sectors, highlighted and enumerated (adapted from LNEG, 2010; Moreira *et al.*, 2019b): 1 – Valongo Anticline; 2 – Marão-Alvão Structure; 3 – Buçaco Syncline; 4 – Fajão-Muradal Syncline; 5 – Amêndoa-Carvoeiro Syncline; 6 – Portalegre Syncline; 7 – Estremoz Anticline; 8 – Terena Syncline; 9 – Cabrela Basin; 10 – Beja’s Igneous Complex-Odivelas Region. ZGTM – Galiza-Trás-os-Montes Zone, ZCI – Central Iberian Zone, F – Finisterra Terrain, ZOM – Ossa-Morena Zone, TSP – South Portuguese Terrain. (b) Tentaculites from Bencatel (external and internal molds), Estremoz Anticline. (c) ‘*Tentaculites elongatus*’ (internal mold, identification of Torres, 1926 or Medeiros, 1955) from the Telheiras Formation, Devonian of Rates, Valongo Anticline. (d) Indetermined tentaculite (internal mold) from Serra do Luação Formation, Lower Devonian of Dornes, Amêndoa-Carvoeiro Syncline. (e) ‘*Cornulites serpularius*’ (internal mold, identification of Delgado, 1908) from the Lower Devonian of Portalegre, Portalegre Syncline. (f) Indetermined tentaculite (internal mold) from the Lower Devonian of Portalegre, Portalegre Syncline. (g) Tentaculite(?) from an outcrop of unknown stratigraphical context, 600m SE of Barrancos, Terena Syncline. (h) ‘*Tentaculites* sp. nov. aff. *T. tenuicinctus*’ (possible internal mold, identification of Delgado, 1908), from the Lower Devonian of Portalegre, Portalegre Syncline. Scale = 1 cm.

(1973) documentou a ocorrência do grupo na região de Alegrete e Serra Fria, tendo identificado e figurado espécimes de *Tentaculites* e *Cornulites serpularius* (Fig. 1e). Parte deste material foi localizado na coleção do MG-LNEG. No MDT-IST, foram ainda localizadas duas amostras, sem identificação, com tentaculites provenientes do Devónico de Portalegre, podendo resultar das recolhas de Décio Thadeu na década de 1940.

3.2. Zona de Ossa-Morena

Anticlinal de Estremoz. Uma única ocorrência de tentaculites foi reportada no flanco sul desta estrutura, nomeadamente nos níveis superiores do Complexo Vulcano-Sedimentar Carbonatado de Estremoz, região de Bencatel (Fig. 1b; Piçarra *et al.*, 2014; Lopes

e Martins, 2018). Os espécimes são microscópicos (dimensões inferiores a 1 cm) e os calcários onde se inserem encontram-se, frequentemente, dolomitizados, diferenciando-se petrográfica e isotopicamente das variedades de mármore dessa unidade (Moreira *et al.*, 2019a). Estes espécimes encontram-se em estudo.

Sinclinal de Terena. No âmbito dos trabalhos cartográficos de Barrancos, Perdigoão *et al.* (1982) identificaram e figuraram tentaculites microscópicas, provenientes de clastos calcários presentes em níveis conglomeráticos da Formação Terena, do Devónico Inferior (Piçarra, 2000). A localização da amostra, da qual foi feita lâmina delgada, não foi descoberta (poderá eventualmente estar depositada na Litoteca do LNEG). No âmbito deste trabalho, foi efetuado trabalho de campo para localizar litótipos semelhantes, mas a prospeção revelou-se infrutífera. Existe, todavia, uma outra amostra com uma possível tentaculite depositada no MG-LNEG, proveniente de SE da vila de Barrancos (Fig. 1g), embora se desconheça o seu contexto estratigráfico.

Bacia de Cabrela. As tentaculites microscópicas descobertas na Bacia de Cabrela provêm de calcários do Devónico Médio presentes na base da sucessão carbonífera que compõe a generalidade da bacia (Boogaard, 1972; Silvério *et al.*, 2019), embora as relações estratigráficas entre as sucessões devónica e carbonífera sejam alvo de debate (Oliveira *et al.*, 1991; 2019). Foram, primeiramente, identificadas como tentaculites indeterminadas (Silvério *et al.*, 2017; Jorge *et al.*, 2018) e, mais tarde, como dacriocónarídeos (Silvério *et al.*, 2019). Dada a intensa silicificação, ainda não foi possível uma identificação genérica.

Complexo Ígneo de Beja – Região de Odivelas. Os calcários do Devónico Inferior-Médio da região de Odivelas forneceram tentaculites microscópicas, identificadas e figuradas por Machado *et al.* (2010; 2020), quer em lâmina delgada, quer em resíduo de dissolução com ácido acético. A identificação destes exemplares a nível genérico está em curso.

4. Conclusões e trabalhos futuros

As ocorrências de tentaculites em território português documentadas e comprovadas até ao momento, provêm de unidades do Ordovícico ao Devónico da ZCI e da ZOM, ainda que a quase totalidade das identificações tenha sido feita em unidades de idade devónica. De acordo com as identificações efetuadas pelos autores anteriores (e sem que, na maioria dos casos, seja possível efetuar sinonímia entre as classificações utilizadas), há duas formas de comulitídeos (*Cornulites major* e *C. serpularius*), seis de tentaculitídeos (*Tentaculites elongatus*, *T. irregularis*, *T. scalaris*, *T. subcochleatus*, *T. tenuicinctus* e *T. tenuis*) e um dacriocónarídeo (*Nowakia*). Para as diferentes idades e regiões, os exemplares macroscópicos provêm, essencialmente, de depósitos marinhos siliciclásticos, enquanto os microscópicos são encontrados em unidades marinhas de natureza carbonatada, geralmente impuras.

Não obstante as considerações de Torres (1926) e Medeiros (1955), que descreveram o grupo como sendo um dos mais abundantes em vários setores da Formação Telheiras (Anticlinal de Valongo), bem como as intensivas campanhas de prospeção e exploração paleontológicas do Paleozoico português na segunda metade do século XIX e em várias décadas do século XX, os exemplares de tentaculites existentes nos museus nacionais são relativamente escassos, a diversidade é baixa (ainda que possa ser

aparente por falta de estudos sistemáticos) e o registo bastante limitado. Esta situação poderá tratar-se de um artefacto de amostragem (dadas as reduzidas dimensões e ausência de campanhas de prospeção que visassem o grupo).

O presente trabalho demonstra, assim, o potencial de uma futura revisão sistemática deste grupo, não só através da revisão sistemática dos exemplares existentes, mas também da prospeção de novas ocorrências nas unidades onde é já conhecido e em unidades estratigraficamente correlacionáveis e/ou adjacentes. Esta revisão permitirá não só revelar qual a diversidade do grupo no Paleozoico português, como avaliar o seu potencial biostratigráfico, nomeadamente para o Devónico Inferior, complementando a cronostratigrafia das sequências e melhorando o seu conhecimento. Por fim, enaltece-se a recente descoberta do grupo no Ordovícico dos Sinclinais de Amêndoa-Carvoeiro e Fajão-Muradal, comprovando não só a presença do grupo em unidades desta idade em Portugal, como demonstrando a facilidade com que os fósseis de tentaculites têm passado despercebidos em largas décadas de estudos paleontológicos no país.

Agradecimentos

Os autores agradecem o material cedido por Miguel Pires da região de Dornes e Mação, a revisão do artigo pelas Doutoras Maria Truyóls-Massoni e Zélia Pereira, o apoio do Carlos Neto de Carvalho (Naturtejo) no trabalho de campo em Oleiros e os apoios do Manuel Pereira, João Muchagata, Micaela Santos e Liliana Póvoas na consulta de espólio em museus. Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, no âmbito do financiamento programático do ICT (ref^os UIDB/04683/2020 e UIDP/04683/2020), e representa uma contribuição para o projeto IGCP-652 “Reading geologic time in Paleozoic sedimentary rocks”, da UNESCO, e para o Grupo de Investigação GIUV2017-395, sediado na Universidade de Valencia. Gonçalo Silvério agradece o financiamento concedido pela FCT através da bolsa de doutoramento, referência 2020.08450.BD. Sofia Pereira agradece o apoio da unidade de I & D do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra (CGEO), ref^os UID/Multi00073/2019, UIDB/00073/2020 e UIDP/00073/2020.

Referências

- Boogaard, M. van den, 1972. Conodont faunas from Portugal and southwestern Spain. Part 1. A Middle Devonian fauna from near Montemor-o-Novo. *Scripta Geologica*, **13**: 1-11. <https://repository.naturalis.nl/pub/317534>
- Bouček, B., 1964. *The Tentaculites of Bohemia*. Czechoslovak Academy of Sciences, Praha, 215.
- Bouček, B., 1967. Significance of dacryocónarid tentaculites and graptolites for the stratigraphy and palaeogeography of the Devonian system. *International Symposium of the Devonian system: Papers*, **2**: 1275-1281.
- Costa, J. C. da, Teixeira, C., 1957. *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 9-C*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 38.
- Delgado, J. F. N., 1908. Systéme Silurique du Portugal. Étude de stratigraphie paléontologique. *Mémoires Commission Service Géologique du Portugal*, **4**, Lisboa, 245.
- Domingos, R., 2014. *Contribuição para o conhecimento da fauna do Devónico do Anticlinal de Valongo (Norte de Portugal)*. Tese de Mestrado, não publicada, Universidade de Évora e Universidade Nova de Lisboa, 136.
- Ferrová, L., Frýda, J., Lukeš, P., 2012. High-resolution tentaculite biostratigraphy and facies development across the Early Devonian Daleje Event in the Barrandian (Bohemia): implications for global Emsian stratigraphy. *Bulletin of Geosciences*, **87**(3): 587-624. <http://www.geology.cz/bulletin/contents/art1336>
- Gourvenec, R., Plusquellec, Y., Pereira, Z., Piçarra, J. M., Le Menn, J., Oliveira, J. T., Romão, J., Robardet, M., 2008. A reassessment of the

- Lochkovian (Lower Devonian) benthic faunas and palynomorphs from the Domes region (southern Central Iberian Zone, Portugal). *Comunicações Geológicas*, **95**: 5-25. <http://hdl.handle.net/10400.9/881>
- Gourvenec, R., Piçarra, J. M., Plusquellec, Y., Pereira, Z., Oliveira, J. T., Robardet, M., 2010. Lower Devonian faunas and palynomorphs from the Domes Syncline (Central Iberian Zone, Portugal): stratigraphical and paleogeographical implications. *Carnets de Geologie*, **10**. <http://hdl.handle.net/10400.9/1219>
- Herringshaw, L. G., Thomas, A. T., Smith, M. P., 2006. Systematics, shell structure and affinities of the Palaeozoic Problematicum *Cornulites*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **150**: 681-699. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2007.00300.x>
- Jones, M. L., Dennison, J. M., 1970. Oriented fossils as paleocurrent indicators in Paleozoic lutes of southern Appalachians. *Journal of Sedimentary Petrology*, **40**(2): 642-649. <https://doi.org/10.1306/74D71FF5-2B21-11D7-8648000102C1865D>
- Jorge, J., Machado, G., Moreira, N., Silvério, G., Ramos, M., Esteves, C., Theias, A., Cachão, M., 2018. Petrografia dos calcários devónicos da Formação Pedreira da Engenharia, W da Zona de Ossa-Morena, Portugal. *Livro de Actas do VIII Congresso de Jovens Investigadores em Geociências*, novembro 2018, Estremoz: 102-105.
- Lardeux, H., 1969. Les Tentaculites d'Europe occidentale et d'Afrique du Nord. *Cahiers de Paléontologie du Centre National de la Recherche Scientifique*, 238.
- Lopes, L., Martins, R., 2018. Reconhecimento do Mármore de Estremoz como Pedra Património Mundial. *Callipole-Revista de Cultura*, **25**: 293-310. <http://hdl.handle.net/10174/26915>
- Machado, G., Hladil, J., Slavík, L., Koptíková, L., Moreira, N., Fonseca, M., Fonseca, P., 2010. An Emsian-Eifelian calciturbidite sequence and the possible correlatable pattern of the Basal Chotec Event in western Ossa-Morena Zone, Portugal (Odivelas Limestone). *Geologica Belgica*, **13**(4): 425-440. <https://popups.uliege.be/1374-8505/index.php?id=3124>
- Machado, G., Slavík, L., Moreira, N., Fonseca, P., 2020. Prasinophyte bloom and putative fungi abundance near the Kačák event (Middle Devonian) from the Odivelas Limestone, Southwest Iberia. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, **100**: 593-603. <https://doi.org/10.1007/s12549-019-00415-1>
- Medeiros, A. C. de, 1955. Estudo geológico-mineiro da região de Rates. *Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro*, **3-4**: 223-235.
- Medeiros, A. C. de, Pilar, L., Fernandes, A. P., 1964. *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 13-B*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 61.
- Medeiros, A. C. de, Pereira, E., Moreira, A., 1980. *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 9-D*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 46.
- Moreira, N., Pedro, J., Santos, J. F., Araújo, A., Dias, R., Ribeiro, S., Romão, J., Mirão, J. 2019a, 87Sr/86Sr applied to age discrimination of the Palaeozoic carbonates of the Ossa-Morena Zone (SW Iberia Variscides). *International Journal of Earth Sciences (Geol Rundsch)*, **108**(3): 963-987. <https://doi.org/10.1007/s00531-019-01688-9>
- Moreira, N., Romão, J., Dias, R., Ribeiro, A., Pedro, J., 2019b. The Finisterra-Léon-Mid German Crystalline Rise Domains; proposal of a new terrane in the Variscan Chain. In: Quesada, C., Oliveira, J.T. (Eds), *The Geology of Iberia: a geodynamic approach (Volume 2: The Variscan Cycle)*. Springer (Berlin), Regional Geology Review series, 207-228. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10519-8_7
- Morris, R. W., Felton, S. H., 1993. Symbiotic Association of Crinoids, Platyceratid Gastropods, and *Cornulites* in the Upper Ordovician (Cincinnatian) of the Cincinnati, Ohio Region. *PALAIOS*, **8**(5): 465-476. <https://doi.org/10.2307/15020>
- Oliveira, J. T., Oliveira, V., Piçarra, J. M., 1991. Traços gerais da evolução tectono-estratigráfica da Zona de Ossa-Morena, em Portugal. *Cuadernos do Laboratorio Xeológico de Laxe*, **16**: 221-250. <http://hdl.handle.net/2183/6089>
- Oliveira, J. T., González-Clavijo, E., Alonso, J., Armendáriz, M., Bahamonde, J. R., Braid, J. A., Colmenero, J. R., Dias da Silva, Í., Fernandes, P., Fernández, L. P., Gabaldón, V., Jorge, R. S., Machado, G., Marcos, A., Merino-Tomé, Ó., Moreira, N., Brendan Murphy, J., Pinto de Jesus, A., Quesada, C., Rodrigues, B., Rosales, I., Sanz-López, J., Suárez, A., Villa, E., Piçarra, J. M., Pereira, Z., 2019. Synorogenic Basins. In: Quesada, C., Oliveira, J.T. (Eds), *The Geology of Iberia: a geodynamic approach (Volume 2: The Variscan Cycle)*. Springer (Berlin), Regional Geology Review series, 349-429. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10519-8_11
- Perdigão, J., 1977. O Devónico de São Félix de Laúndos. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **61**: 13-32.
- Perdigão, J., 1973. A fauna dos grés e quartzitos silúrico-devónicos de Portalegre e a sua posição estratigráfica. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **56**: 5-32.
- Perdigão, J., Oliveira, J. T., Ribeiro, A., 1982. *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia Explicativa da Folha 44-B, Barrancos*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 52.
- Pereira, E., 1987. *Estudo geológico estrutural da região de Celorico de Bastos e sua interpretação geodinâmica*. Tese de doutoramento, Fac. Ciências Univ. de Lisboa, 274.
- Pereira, E., Ribeiro, A., 1992. Paleozóico. In: Pereira, E. (Coord.), *Carta Geológica de Portugal na escala 1:200.000 – Notícia explicativa da Folha 1*, Lisboa, Serviços Geológicos de Portugal, 83.
- Piçarra, J. M., 2000. *Estudo estratigráfico do sector de Estremoz-Barrancos, Zona de Ossa Morena, Portugal*. Tese de Doutoramento, Universidade de Évora, 359.
- Piçarra, J. M., Sarmiento, G. N., Gutiérrez-Marco, J. C., 2014. Geochronological vs. Paleontological dating of the Estremoz Marbles (Ossa-Morena Zone, Portugal) – new data and reappraisal. *GONDWANA 15. North meets South, Abstracts book*, julho 2014, Madrid, 140.
- Romano, M., 1982. The Ordovician biostratigraphy of Portugal – A review with new data and re-appraisal. *Geological Journal*, **17**: 89-110. <https://doi.org/10.1002/gj.3350170203>
- Romariz, C., Diniz, F., 1962. Alguns aspectos petrográficos dos calcários Ordovícico-Silúricos portugueses. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, **10**: 55-68.
- Schlotheim, E. F. B., 1820. *Die Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte durch die Beschreibung seiner Sammlung versteinerter und fossiler Überreste des Thier und Pflanzenreichs der Vorwelt erläutert*. Becker'sche Buchhandlung, Gotha, 437.
- Silvério, G., Machado, G., Moreira, N., Barreto, P., Cachão, M., 2017. Conodontes da Formação Pedreira da Engenharia, NW da Zona de Ossa-Morena, Portugal: dados preliminares. *Livro de Actas do VII Congresso de Jovens Investigadores em Geociências*, novembro 2017, Estremoz: 215-218.
- Silvério, G., Valenzuela-Ríos, J. I., Liao, J. -C., Machado, G., Moreira, N., Jorge, J., Ramos, M., Esteves, C., Theias, A., Cachão, M., 2019. Conodonts from the "Pedreira da Engenharia" Formation, Western Ossa-Morena Zone: new biostratigraphic data. *Zubia*, **31**: 257-262.
- Teixeira, C., 1959. L'évolution du territoire portugais pendant les temps antémésozoïques. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **13**(3): 229-255.
- Torres, A. S. S., 1926. Subsídio para o estudo da fauna coblenziana de Rates. *Associação portuguesa para o Progresso das Ciências (Congresso do Porto)*, Coimbra, 4.
- Towe, K. M., 1978. Tentaculites: Evidence for a Brachiopod Affinity? *Science*, **201**(18): 626-628. <https://doi.org/10.1126/science.201.4356.626>
- Truyols-Massoni, M., 1989. Devonian homotensids of the Cantabrian Zone (NW, Spain), an attempt of biozonation. *Geobios*, **22**(5): 671-676. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(89\)80120-2](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(89)80120-2)
- Vinn, O., 2010. Adaptive strategies in the evolution of encrusting tentaculitoid tubeworms. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **292**: 211-221. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.03.046>
- Vinn, O., Zaton, M., 2012. Phenetic phylogenetics of tentaculitoids – extinct, problematic calcareous tube-forming organisms. *GFF*, **00** (Pt. x), 1-12. <https://doi.org/10.1080/11035897.2012.669788>
- Vodrážková, S., Frýda, J., Suttner, T. J., Koptíková, L., Tonarová, P., 2013. Environmental changes close to the Lower–Middle Devonian boundary; the Basal Chotec Event in the Prague Basin (Czech Republic). *Facies*, **59**: 425-449. <https://doi.org/10.1007/s10347-012-0300-x>
- Wittmer, J. M., Miller, A. I., 2011. Dissecting the global diversity trajectory of an enigmatic group: The paleogeographic history of tentaculitoids. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **312**: 54-65. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.09.009>
- Young, T. P., 1988. The lithostratigraphy of the upper Ordovician of Central Portugal. *Journal of the Geological Society of London*, **145**: 377-392. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.14>